



**Rafaela Tubiana dos Anjos**

Bacharel em Administração

## **Contributo dos Instrumentos Económicos na Gestão de Resíduos Urbanos: Teoria versus Resultados**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Gestão e Políticas Ambientais**

Orientador: Rui Jorge Ferreira dos Santos, Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof.<sup>a</sup> Doutora Lia Maldonado Teles de Vasconcelos

Arguente: Eng.<sup>o</sup> Miguel Nuno Ramos Nunes

Vogal: Prof. Doutor Rui Jorge Ferreira dos Santos



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Outubro, 2019**

## **Contributo dos Instrumentos Económicos na Gestão de Resíduos Urbanos: Teoria versus Resultados**

Copyright © Rafaela Tubiana dos Anjos, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

## Resumo

A gestão dos resíduos urbanos (RU) é um processo complexo e tem se tornado um grande desafio da atualidade, pois, quando mal realizada pode causar impactos ambientais de grande magnitude. Uma gestão de resíduos mais eficaz significa menos desperdício de materiais, em que os resíduos devem ser vistos como novas fontes de recursos, agindo-se assim de acordo com a lógica econômica circular. As práticas de tratamento de resíduos mais comuns hoje são a deposição em aterros e a incineração. Diferentes instrumentos econômicos (IEs) podem auxiliar no aprimoramento da gestão de resíduos, fornecendo incentivos para aumentar as taxas de desvio de resíduos dos aterros e da incineração, promovendo o reuso, a reciclagem e o reaproveitamento dos resíduos ou mesmo atuando na prevenção da sua produção. Este estudo teve como objetivo avaliar a contribuição dos IEs na gestão dos RU e teve como base as práticas utilizadas na União Europeia (UE).

Para tanto, foi escolhido analisar-se em caso de estudo, a aplicação do instrumento econômico Pay-as-you-throw (PAYT) à realidade da cidade Belga de Leuven. A avaliação da contribuição do instrumento econômico PAYT foi baseada em três aspectos que foram definidos a partir dos resultados de outros casos de estudo encontrados na revisão de literatura: eficácia ambiental, articulação do PAYT com outros instrumentos e políticas e a aceitabilidade dos usuários. No intuito de preencher as lacunas dos dados secundários para fazer a avaliação da contribuição do sistema PAYT foram realizadas entrevistas com 105 residentes da cidade de Leuven.

Os principais resultados observados no estudo de caso foram: Leuven teve a performance do sistema de gestão de RU acima da média da UE em 2017, além disso, o sistema PAYT desenvolvido na cidade está bem articulado com outros instrumentos econômicos e políticas ambientais e tem a aceitação da população. Ainda, a partir da visita de campo e das entrevistas realizadas com residentes em Leuven, foi possível confirmar que há ocorrência na cidade de despejo ilegal de resíduos. Este é um problema que geralmente está associado ao sistema PAYT, mas que pode ser mitigado com campanhas de consciencialização ambiental, medidas de fiscalização e de penalização dos infratores.

Como o estudo em tela tem uma natureza exploratória, os resultados obtidos são indicativos de que os instrumentos econômicos (em particular o sistema PAYT) exercem um papel importante na gestão dos resíduos urbanos. Uma lacuna relevante do estudo desenvolvido que pode ser colmatada em estudos futuros sobre a mesma temática é a questão da viabilidade econômica (equilíbrio entre as receitas e os custos) do uso do sistema PAYT na gestão de resíduos.

Palavras-chave: gestão de resíduos; instrumentos econômicos; resíduos urbanos; economia circular; sistema Pay-as-you-throw;



## Abstract

Municipal solid waste (MSW) management is a complex process and has become a major challenge today, since, when poorly managed, can cause environmental impacts of great magnitude. More effective waste management means less waste of materials, where waste should be seen a new source of resources, acting in accordance with the circular economic logic. The most common waste treatment practices today are landfilling and incineration. Different economic instruments (EIs) can help in the improvement of waste management by providing incentives to increase waste diversion rates from landfills and incineration and by promoting reuse, recycling and recovery or even preventing waste production.

This study aimed to evaluate the contribution of the EIs in the management of MSW and was based on the practices used in the European Union (EU). For this, it was chosen to analyse in case of study, the application of the economic instrument Pay-as-you-throw (PAYT) to the reality of the Belgian city of Leuven. The evaluation of the PAYT system contribution was based on three aspects (which were defined from the results of other case studies found in the literature review): environmental effectiveness, PAYT articulation with other economic instruments and user acceptability. In order to fill in the secondary data gaps to assess the contribution of the PAYT system, interviews were conducted with 105 residents of the city of Leuven.

The main results observed in the case study were that Leuven outperformed the MSW management system above the EU average in 2017, moreover the PAYT system developed in the city is well articulated with other economic instruments and environmental policies and has population acceptance. Also, from the field visit and the interviews with residents of Leuven, it was possible to confirm that there is an occurrence in the city of illegal dumping of waste. This is a problem that is generally associated with the PAYT system but can be mitigated with environmental awareness campaigns, enforcement measures and penalties for violators.

As the study in question has an exploratory nature, the results obtained are indicative that economic instruments (in particular the PAYT system) play an important role in urban solid waste management. A relevant gap of the study that can be filled in future studies on the same theme is the economic viability (balance between costs and revenues) of the use of PAYT system in waste management.

Keywords: waste management; economic instruments; municipal solid waste; circular economy; Pay-as-you-throw system;



## Índice de Matérias

<b>1 Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1 Contextualização do tema .....	1
1.2 Definição do problema e justificativa do estudo .....	2
1.3 Objetivos .....	5
1.4 Metodologia geral .....	5
1.5 Estrutura da dissertação .....	6
<b>2 Revisão da Literatura .....</b>	<b>7</b>
2.1 Impactos ambientais dos resíduos urbanos .....	7
2.2 Os resíduos e a lógica da economia circular .....	9
2.3 Instrumentos econômicos para a gestão dos resíduos urbanos .....	11
2.3.1 Metodologia para identificação dos IEs aplicados na gestão de RU .....	12
2.3.2 Taxas por deposição em aterros .....	13
2.3.3 Taxas na incineração de resíduos .....	15
2.3.4 Sistema <i>Pay-as-you-throw</i> (PAYT) .....	17
2.3.5 Sistema de Depósito-retorno ( <i>deposit-refund system</i> ) .....	20
2.3.6 Sistema de Responsabilidade Alargada do Produtor .....	22
<b>3 Caso de Estudo: Gestão de RU na Região de Flandres, Bélgica .....</b>	<b>25</b>
3.1 Metodologia do caso de estudo .....	26
3.1.1 Fonte dos dados de performance da gestão de resíduos em Flandres e Leuven ..	26
3.1.2 Avaliação do sistema PAYT .....	27
3.1.3 Inquérito com os residentes de Leuven .....	27
3.1.4 Análise SWOT .....	28
3.2 Panorama geral da gestão de resíduos na região de Flandres .....	28
3.3 Descrição do sistema PAYT em Brabante Flamengo Leste ( <i>Ecowerf</i> ) .....	35
3.4 Funcionamento do sistema PAYT em Leuven .....	38
<b>4 Análise de Resultados .....</b>	<b>43</b>
4.1 Avaliação geral da gestão de RU em Flandres .....	43
4.2 Avaliação do sistema PAYT para gestão de RU em Leuven .....	43
4.2.1 Eficácia ambiental .....	44
4.2.2 Articulação com outros instrumentos e políticas .....	46
4.2.3 Legitimidade (aceitabilidade) – A opinião dos residentes .....	46

4.3 <i>Análise SWOT da gestão de resíduos urbanos em Leuven (FOFA)</i> .....	59
<b>5 Considerações Finais</b> .....	<b>63</b>
5.1 <i>Síntese</i> .....	63
5.2 <i>Discussão dos principais resultados</i> .....	63
5.3 <i>Limitações e sugestões para trabalhos futuros</i> .....	65
<b>6 Referências Bibliográficas</b> .....	<b>66</b>
<b>7 Apêndice A – Modelo de Questionário</b> .....	<b>73</b>



## Índice de Figuras

Figura 1.1 - Resíduos municipais gerados nos Estados Membros da UE para 2017 .....	2
Figura 1.2 - Hierarquia de Ações de Resíduos .....	3
Figura 1.3 - IEs nas etapas do processo de gestão de resíduos .....	4
Figura 2.1 - Cinco grandes correntes oceânicas e a GMLP .....	9
Figura 3.1 - Região de Flandres .....	25
Figura 3.2 - Evolução do volume dos RU produzidos em Flandres (2013-2017).....	29
Figura 3.3 - Fluxograma de RU para Flandres em 2017 .....	31
Figura 3.4 – Composição dos RU coletados seletivamente em Flandres (2017) .....	33
Figura 3.5 - Guia de classificação para plásticos – Ecowerf .....	38
Figura 3.6 – Saco de resíduos indiferenciados.....	39
Figura 3.7– Compostor coletivo .....	40
Figura 3.8 – Ponto de recolha de óleos usados em parque de reciclagem (Oliobox).....	40
Figura 3.9 – Pontos de Recolha em parque de reciclagem (Bebat e Recupel).....	41
Figura 4.1 - Gênero e faixa etária dos respondentes .....	47
Figura 4.2 – Nacionalidade dos respondentes .....	47
Figura 4.3 – Tempo de residência em Leuven e nº de pessoas do agregado familiar .....	48
Figura 4.4 – Satisfação geral .....	48
Figura 4.5 – Precificação dos sacos .....	49
Figura 4.6 – PAYT e despejo ilegal de resíduos .....	49
Figura 4.7– Testemunhou despejo ilegal de resíduos .....	50
Figura 4.8 – Faz a separação de resíduos .....	50
Figura 4.9 – Classificar os resíduos.....	51
Figura 4.10 – Introdução do saco rosa .....	51
Figura 4.11– Compostagem de resíduos orgânicos .....	52
Figura 4.12 - Contagem PMD, Vidro, Papel e Cartão.....	52
Figura 4.13 – Contagem Plásticos Macios e Resíduos Orgânicos.....	53
Figura 4.14 - Canais para sanar dúvidas .....	54
Figura 4.15 - Motivo pelo qual não separa os resíduos.....	54
Figura 4.16 - Despejo ilegal de resíduos .....	57
Figura 4.17– Despejo ilegal de resíduos.....	57
Figura 4.18 - Calendário de recolha Ecowerf para agosto 2019 .....	58
Figura 4.19 – Matriz SWOT para a gestão de resíduos da cidade de Leuven.....	61



## Índice de Tabelas

Tabela 1.1 - Etapas da pesquisa e procedimentos metodológicos.....	6
Tabela 1.2 - Estrutura da Dissertação.....	6
Tabela 2.1 – Instrumentos Econômicos e Referências na Literatura Científica .....	13
Tabela 3.1 - Tarifário praticado Diftar - Resíduos Indiferenciados .....	36
Tabela 3.2 - Tarifário praticado Diftar - Resíduos Orgânicos .....	36
Tabela 3.3 – Tarifário praticado na cidade de Leuven .....	39
Tabela 3.4 - Coleta de Resíduos Domésticos de 2013 a 2017 em Leuven (em kg) .....	42
Tabela 4.1 - Informações gerais sobre o desempenho do PAYT em 2017 .....	45



## **Lista de abreviaturas, siglas e símbolos**

ACV – Análise do Ciclo de Vida

IEs – Instrumentos Econômicos

GIZ - *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONU – Organização das Nações Unidas

OVAM - Agência de Resíduos Públicos de Flandres

PAYT - *Pay-as-you-throw System*

PMD – Embalagens de plástico, embalagens de metal e embalagens Tetra Pak

PHA - Processo de Hierarquia Analítica

PRO - *Producer Responsibility Organization*

RAP - Responsabilidade Alargada do Produtor

REEE - Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos

RFID - *Radio-frequency identification chips*

RU – Resíduos Urbanos

SDR - Sistema de Depósito-Retorno

UE - União Europeia

€ - Euro

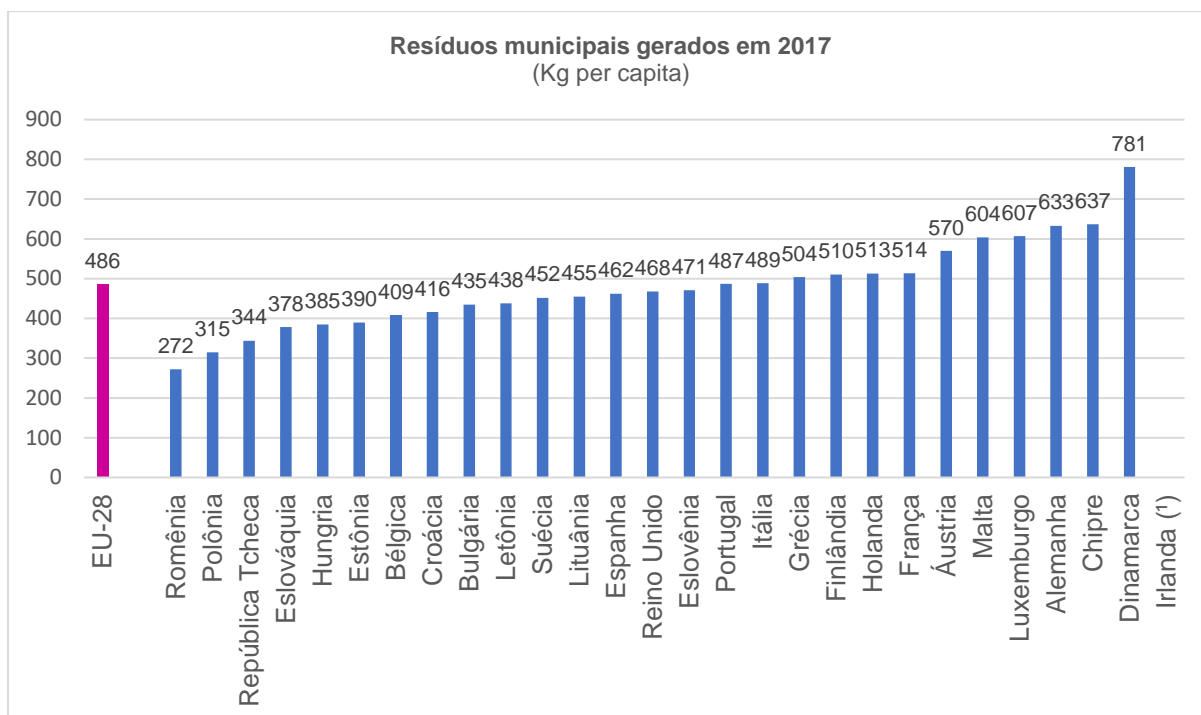
# 1 Introdução

## 1.1 Contextualização do tema

A maior parte das atividades humanas ligadas à produção e ao consumo geram algum tipo de subproduto ou de resíduo (Kipperberg, 2007). Os resíduos são definidos pela Diretiva 2008/98/CE (2008) da União Europeia como quaisquer substâncias ou objetos de que o detentor se desfaz ou tem intenção ou obrigação de se desfazer. A visão que se tem sobre resíduos evoluiu ao longo do tempo e a Diretiva 2008/98/CE da União Europeia trouxe consigo uma abordagem modernizada ao conceito de resíduo, que deixou de ser visto como um fardo indesejado para ser visto como um recurso valioso. O objetivo a longo prazo do Bloco Europeu é transformar o continente em uma sociedade de reciclagem, evitando a produção de resíduos e usando os resíduos inevitáveis como fontes de recursos secundários sempre que possível (European Commission, 2010).

A gestão inadequada dos resíduos pode resultar em impactos negativos ao nível ambiental (contaminação do solo, da água e do ar), nível social (e.g. potencialização do risco de doenças respiratórias causadas pelos gases e partículas liberadas no processo de incineração de resíduos) e nível econômico (e.g. depreciação de terrenos e imóveis que estão localizados próximos a aterros) (OECD, 2015).

Tomando como exemplo a gestão de resíduos na União Europeia, observou-se que, no ano de 2017, a geração média de resíduos urbanos foi de 486 quilogramas per capita no ano. Observou-se também que a quantidade de resíduos urbanos gerados variou significativamente entre os Estados-Membros da UE. Além disso, em termos gerais, no mesmo ano de 2017, 30% dos resíduos foram reciclados, 28% incinerados, 24% depositados em aterro e 17% foram compostados (Eurostat, 2019a). Podemos ver na figura 1.1, a quantidade em quilogramas *per capita* de resíduos municipais que foram gerados por Estado Membro da UE para o ano de 2017.



*Figura 1.1 - Resíduos municipais gerados nos Estados Membros da UE para 2017*

*Nota: Os dados de 2017 não estão disponíveis para Irlanda. Fonte: Adaptado de (Eurostat, 2019c)*

Em termos gerais, a forma de como lidar com os resíduos precisa ser revista, pois os impactos por eles gerados estão presentes em todo o globo. É necessário analisar como alguns desses resíduos que produzimos poderiam ser evitados e, depois de gerados, qual seria a melhor forma de tratá-los. Portanto, é fundamental que os governos desenvolvam políticas ambientais que incentivem a minimização das quantidades de resíduos que são geradas e que aumentem as quantidades de resíduos que são recuperadas, recicladas, tratadas e valorizadas.

## 1.2 Definição do problema e justificativa do estudo

A questão dos resíduos afeta a todos nós. Segundo dados da ONU, atualmente temos 55% da população mundial vivendo em áreas urbanas, e a previsão esperada é que essa proporção aumente para 68% até 2050 (United Nations, 2018). Ou seja, o problema dos resíduos tem a tendência de se agravar caso nada seja para solucioná-lo, pois a quantidade de pessoas vivendo em cidades, segundo as projeções, vai aumentar. Existem diversas alternativas de gestão dos resíduos e, dentre as formas mais praticadas atualmente, temos, por exemplo, a reutilização, a reciclagem, o tratamento mecânico-biológico, a incineração (com ou sem valorização energética) e a deposição final em aterro (Palermo & Gomes, 2017).

Na classificação de resíduos da UE temos os resíduos urbanos, os resíduos perigosos, os resíduos não perigosos e os resíduos inertes (European Commission, 2019a). Quanto a origem, os resíduos podem ser provenientes de diversas fontes incluindo os resíduos municipais, os resíduos agrícolas, os resíduos provenientes das atividades comerciais e industriais, os resíduos hospitalares, os detritos de construção e demolição, entre outros (US EPA, 2019).

Entre os diversos tipos de resíduos existentes, este estudo vai discorrer sobre os resíduos urbanos. Os resíduos urbanos são definidos pela UE como resíduos das habitações e resíduos de outras origens, tais como comércio de retalho, administração, educação, serviços de saúde, hotelaria e serviços de alimentação, e outros serviços e atividades, que sejam semelhantes em termos de natureza e composição aos resíduos das habitações. Os resíduos do comércio e da indústria produzidos em grandes quantidades que não sejam equiparáveis aos resíduos das habitações não são incluídos no âmbito de aplicação do conceito de resíduos urbanos. Também, não estão incluídos no conceito, os resíduos provenientes da produção, da agricultura, da silvicultura, das pescas, da construção e demolição, das fossas sépticas e das redes de saneamento e tratamento, e dos veículos em fim de vida (Parlamento Europeu, 2018).

No modelo europeu de gestão de resíduos, que foi apresentado na Diretiva 2008/98/EC sobre resíduos, existe uma hierarquia de ações que devem ser seguidas a fim de obter uma gestão de resíduos mais eficiente. Essa hierarquia de gestão de resíduos é uma classificação ambiental amplamente aceite, onde a prevenção é a opção considerada como a mais favorável ao meio ambiente e a deposição final em aterro, a forma de tratamento menos favorável ao meio ambiente (Zeller, Towa, Degrez, & Achten, 2019).

Uma vez que os resíduos já foram gerados, eles devem passar pelas ações de reutilização (e.g. reparo, acondicionamento), reciclagem, reaproveitamento (e.g. tratamento mecânico biológico, incineração com valorização energética) e, por fim, como última alternativa temos a incineração sem valorização energética e a deposição em aterros (European Commission, 2012; Palermo & Gomes, 2017). A figura 1.2 apresenta o esquema desta hierarquia de ações que foi estabelecida pela Diretiva 2008/98/EC.



*Figura 1.2 - Hierarquia de Ações de Resíduos*

*Fonte: Adaptado de (Comissão Europeia, 2008)*

O estabelecimento de políticas para gestão de resíduos que impactem na redução das perdas de materiais, no aumento dos índices de reciclagem e no estímulo a mudança do comportamento dos usuários do sistema, pode ser feito por meio de instrumentos econômicos. Segundo a definição de Denne (2005), os instrumentos econômicos ou instrumentos baseados no mercado são ferramentas



políticas que afetam os custos monetários ou benefícios monetários de ações privadas, seja por meio da alteração direta dos preços de mercado (e.g. encargos, subsídios) ou seja pela introdução de mercados onde anteriormente não existiam (e.g. sistema de créditos de carbono).

As taxas por deposição de resíduos em aterro e por encaminhamento de resíduos para a incineração, são exemplos de instrumentos econômicos que, através da alteração direta dos preços de mercado, visam desencorajar essas práticas. Outro exemplo de instrumento são os sistemas de tarifação em função da geração de resíduos (*Pay-as-you-throw*), que usam esquemas de pagamento conforme o uso para reduzir a produção de resíduos e influenciar na separação correta dos resíduos. Ainda podemos citar os sistemas de cobrança de depósito compulsório para embalagens (*Deposit-refund*), que por meio de um incentivo monetário visam aumentar as taxas de recolha seletiva de produtos específicos. Por fim, podemos citar os sistemas de responsabilização alargada do produtor, que visam monetizar o impacto ambiental de um produto no final de sua vida útil e que funcionam adicionando-se um determinado valor ao preço final de compra de um produto que posteriormente servirá para cobrir os custos envolvidos com o seu descarte. (European Environmental Bureau, 2017a).

Os instrumentos econômicos estão intimamente relacionados com a hierarquia de gestão de resíduos da União Europeia, eles têm a função de criar incentivos ou desincentivos em diferentes estágios da hierarquia, atuando nas fase de geração de resíduos, tratamento de resíduos e tratamento final de resíduos (Schlegelmilch, Meyer, & Ludewig, 2010). Em cada estágio do processo de gestão de resíduos, podem atuar diferentes instrumentos econômicos para otimizar os processos. A figura 1.3 mostra a relação entre os instrumentos econômicos que serão apresentados neste estudo e os estágios do processo de gestão de resíduos em que os IEs aparecem como ferramenta de transformação.

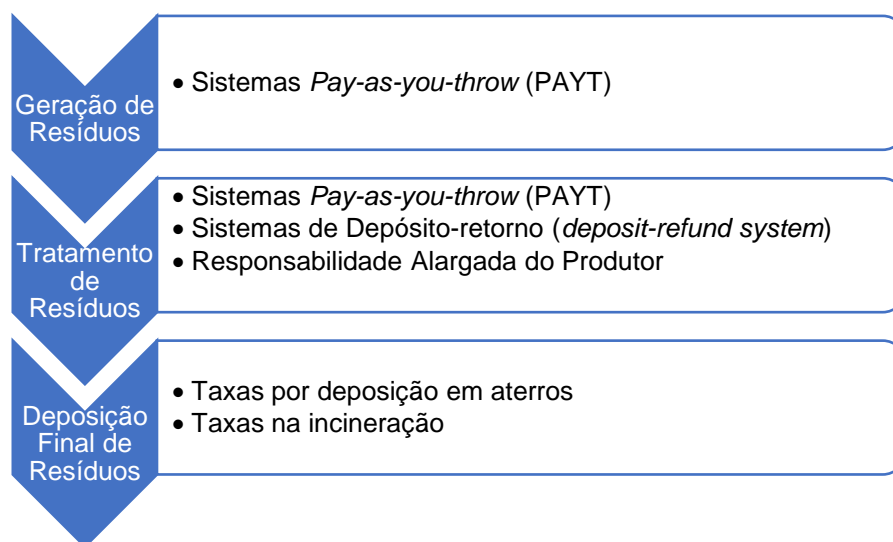


Figura 1.3 - IEs nas etapas do processo de gestão de resíduos

Como se observa na figura 1.3, o sistema *Pay-as-you-throw* (PAYT) pode ser associado tanto à etapa de geração de resíduos (ao desestimular a produção de resíduos), quanto à etapa de tratamento dos resíduos (ao incentivar a coleta seletiva de resíduos) (Reichenbach, 2008).

### 1.3 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é comparar o potencial teórico descrito na literatura sobre a contribuição que os instrumentos econômicos podem trazer para a gestão de resíduos urbanos com os resultados obtidos na prática num caso de estudo. Neste contexto, para a prossecução do objetivo geral enunciado serão desenvolvidos os seguintes objetivos específicos:

- (i) Fazer uma revisão de literatura sobre a problemática dos resíduos urbanos e identificar os principais instrumentos econômicos que estão sendo utilizados atualmente.
- (ii) Selecionar um caso para estudo onde já se implementou um sistema de gestão de resíduos com o uso de instrumentos econômicos e descrevê-lo.
- (iii) Recolher informação estatística e entrevistar stakeholders envolvidos no sistema de gestão de resíduos da região a ser analisada.
- (iv) Fazer uma análise comparativa entre a teoria sobre instrumentos econômicos e os fatos observados no caso de estudo e nas entrevistas, discutindo as melhorias e as dificuldades observadas ao se aplicar instrumentos econômicos no sistema de gestão dos resíduos.

### 1.4 Metodologia geral

A natureza deste estudo é de caráter exploratório-descritivo. Os dados secundários e outras informações utilizadas neste estudo foram obtidos em artigos científicos publicados em revistas indexadas, principalmente nas seguintes: *Waste Management*, *Journal of Environmental Management*, *Resources, Conservation and Recycling*, *Environmental and Resource Economics* e *Journal of Environmental Economics and Management*. Além disso tem-se como fontes os relatórios digitais institucionais da Agência Europeia do Ambiente, da Comissão Europeia, do Parlamento Europeu, pesquisas estatísticas divulgadas pela Eurostat e outras publicações de organizações com reconhecimento internacional (e.g. ONU, Zero Waste Europe).

O âmbito espacial do estudo teve como base os instrumentos econômicos aplicados para a gestão de resíduos em países desenvolvidos, com foco especial nas práticas da União Europeia. O Bloco Europeu tem notoriedade na utilização dos IEs, então ele foi escolhido para esse estudo por sua posição de vanguarda, por ter mais publicações científicas nesta área e por ter mostrado, cada vez mais, iniciativas e políticas governamentais ligadas a melhoria dos processos de tratamentos de resíduos. O período temporal que a pesquisa bibliográfica abrange são as publicações científicas e casos de aplicações de instrumentos econômicos na gestão de resíduos nos últimos 30 anos.

A descrição metodológica e a justificativa para escolha dos instrumentos econômicos presentes neste estudo aparecem dentro do capítulo de revisão de literatura, no subcapítulo em que são descritos os IEs, com a referência dos artigos científicos onde eles foram encontrados. No capítulo do caso de estudo há um subcapítulo que detalha os seus aspectos metodológicos. A tabela 1.1 esquematiza as etapas que foram percorridas no estudo e os procedimentos que foram realizados.

*Tabela 1.1 - Etapas da pesquisa e procedimentos metodológicos*

Etapa I: Apresentação da Problemática dos Resíduos e dos IEs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisão da literatura baseada artigos científicos, relatórios e publicações da UE, da ONU, etc...</li> </ul>
Etapa II: Descrição do Caso de Estudo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrição do caso de Flandres baseada em dados secundários extraídos de relatórios institucionais, governamentais, artigos científicos e da visita de campo</li> </ul>
Etapa III: Análise Comparativa entre a Teoria e a Prática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação do sistema PAYT em Leuven baseada em análise multi-critério e entrevistas com residentes</li> <li>• Análise SWOT</li> </ul>

## 1.5 Estrutura da dissertação

O presente estudo encontra-se estruturado em capítulos e subcapítulos. A tabela 1.2 apresenta um esquema da estrutura dessa dissertação.

*Tabela 1.2 - Estrutura da Dissertação*

Capítulo 1 Introdução	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contextualização da temática</li> <li>• Definição do Problema e Justificativa do Estudo</li> <li>• Objetivos</li> <li>• Metodologia Geral</li> <li>• Estrutura da Pesquisa</li> </ul>
Capítulo 2 - Revisão da Literatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resíduos e Impactos</li> <li>• Resíduos e Economia Circular</li> <li>• Instrumentos Econômicos para RU</li> </ul>
Capítulo 3 - Caso de Estudo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso de estudo em Flandres: Metodologia, Panorama Geral, Sistema PAYT Ecowerf, PAYT em Leuven</li> </ul>
Capítulo 4 - Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação geral da gestão de RU em Flandres</li> <li>• Avaliação do sistema PAYT em Leuven</li> <li>• Análise SWOT</li> </ul>
Capítulo 5 - Considera- ções Finais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Síntese do trabalho</li> <li>• Discussão dos principais resultados</li> <li>• Limitações e recomendações para futuras pesquisas</li> </ul>

## 2 Revisão da Literatura

Neste capítulo serão desenvolvidos alguns tópicos dentro da temática de resíduos urbanos que se consideram importantes para a compreensão da relevância deste estudo.

### 2.1 Impactos ambientais dos resíduos urbanos

Os resíduos urbanos, quando mal geridos, são capazes de gerar elevados índices de poluição, emissão de gases efeito estufa, degradação do solo e da água e redução da disponibilidade dos recursos naturais (European Commission, 2010). São diversos impactos ambientais causados pelos resíduos e eles variam de acordo com a quantidade de resíduos, o tipo dos resíduos (e.g. orgânico, papel, plástico, metal, perigoso) e a forma de tratamento que é adotada (Arzumanyan, 2004).

Atualmente, os tratamentos finais mais comuns adotados são a deposição em aterros e a incineração. Ambos os processos estão na parte inferior da hierarquia de ações que são preferidas na gestão de resíduos, mesmo se considerarmos a incineração com valorização energética como uma forma de reaproveitamento de resíduos. Há quem defenda a prática da incineração pela questão da valorização energética, mas, do ponto de vista da circularidade do processo, ao se queimar os resíduos, tem-se a perda da possibilidade de reinserir os materiais na economia como fonte de recursos secundários. (European Environmental Bureau, 2017b).

Os aterros devem operar dentro de certas normas de segurança, pois quando ocorre a deposição inadequada dos resíduos, eles acabam por contaminar o ar, o solo e a água, causando problemas ambientais e problemas de saúde pública. As principais normas de segurança incluem: sistema de revestimentos com impermeabilização, sistema de tratamento de chorume, sistema de monitoramento das águas subterrâneas, sistema de coleta e controle dos gases produzidos no aterro (Rogoff & Screve, 2011).

O processo de decomposição dos resíduos nos aterros é responsável pela liberação de gases do efeito de estufa na atmosfera, principalmente há a produção de metano e dióxido de carbono. O gás mais significativo que é emitido é o metano, pois ele é considerado o mais nocivo dos gases em termos de aprisionar o calor na atmosfera, sendo que os aterros contribuem com 20% das emissões globais antropogênicas de metano. Além desses, outros gases são produzidos em baixas concentrações e alguns destes gases são tóxicos (Danthurebandara, Passel, Nelen, Tielemans, & Van Acker, 2012).

Quando os aterros operam com padrões de segurança inapropriados, acabam por lixiviar substâncias perigosas que contaminam as águas subterrâneas e águas superficiais próximas ao local do aterro. O material lixiviado (chorume) geralmente contém vários poluentes orgânicos tóxicos, metais pesados (e.g. cádmio, cromo, chumbo, mercúrio), compostos nitrogenados de amônia e outros componentes. A quantidade e as características do chorume dependem de fatores como o tipo dos resíduos, localização do aterro, quantidade de chuvas da região, tempo de aterro e qualidade das estruturas (Z. Youcai, 2018).

O solo onde o aterro se encontra e os seus arredores ficam inutilizados devido a quantidade

de substâncias tóxicas nele presentes. O solo retém os constituintes do chorume como os metais pesados e, estes por sua vez, são retidos por absorção pelas plantas e, assim, entram na cadeia alimentar. A deposição de metais vestigiais nas plantas pode afetar seu crescimento e sua produtividade, também afeta os demais níveis da cadeia alimentar, acontecendo assim, o fenômeno da magnificação trófica (Danthurebandara et al., 2012). Além disso, a construção de aterros é responsável pela mudança na paisagem natural, implica na perda de habitat e no deslocamento de espécies para outros lugares.

Quanto ao processo de incineração de resíduos, ainda que as tecnologias para sua combustão estejam cada vez mais avançadas, o processo de incineração pode vir a liberar poluentes atmosféricos nocivos à saúde. Além disso, as cinzas resultantes do processo de incineração, caso não forem corretamente descartadas têm potencial de contaminar o ar, o solo e a água. Dentre os principais poluentes atmosféricos que podem ser liberados pelos incineradores temos os óxidos de nitrogênio, os óxidos de enxofre, as dioxinas e os metais pesados. Essas pequenas partículas, são reconhecidamente responsáveis por causar doenças respiratórias, câncer e danos ao sistema imunológico (Fundació ENT, 2015).

Além dos impactos ambientais que ocorrem quando há algum método de tratamento de resíduos controlado, temos também os impactos ambientais da deposição descontrolada de resíduos no ambiente. Um grande problema que temos atualmente é a acumulação de plástico e de microplástico nos rios, lagos, mares e oceanos (Zeller et al., 2019). Segundo um estudo de Eriksen et al. (2014) estima-se que um mínimo de 5,25 trilhões de partículas pesando 268.940 toneladas estariam atualmente flutuando nos oceanos de acordo com os resultados de 24 expedições (entre o ano de 2007 e de 2013) que foram feitas em todos os cinco giros subtropicais dos oceanos (5 zonas com grandes correntes que atraem e acumulam lixo marinho), na costa da Austrália, na Baía de Bengala e no Mar Mediterrâneo, durante os quais trajetos de rede de superfície e pesquisas visuais de grandes detritos de plástico foram conduzidos.

A Grande Mancha de Lixo do Pacífico (GMLP) é a maior área de acumulação de plástico do oceano e está localizada entre a costa da Califórnia e o Havaí. Ela está a aumentar exponencialmente, segundo um estudo de Lebreton et al. (2018) publicado pela *Nature*. Para amostra do estudo, os cientistas recolheram mais de um milhão de objetos (1.136.145 de objetos), com um peso total de 668 quilogramas, numa área de 1,6 milhões de quilômetros quadrados. Os plásticos foram, de longe, o tipo mais dominante de lixo marinho encontrado, representando mais de 99,9% de detritos flutuantes coletados pelas redes de arrasto. A figura 2.1 apresenta os 5 principais giros dos oceanos, com destaque especial para a Grande Mancha de Lixo do Pacífico (GMLP).



Figura 2.1 - Cinco grandes correntes oceânicas e a GMLP

Fonte: Adaptado de (The Ocean Cleanup, 2019)

Um elevado número de espécies marinhas é afetado pela contaminação por plásticos. Além dos problemas com estrangulamento e da ingestão de detritos de plásticos em escala macro por grandes vertebrados, os microplásticos estão sendo acumulados por organismos planctônicos e invertebrados, e estão sendo transferidos ao longo das cadeias alimentares no processo de biomagnificação. As consequências negativas para as espécies marinhas são inúmeras e incluem perda de valor nutricional da dieta, danos físicos, exposição a patógenos e transporte de espécies exóticas (Avio, Gorbí, & Regoli, 2017).

São necessárias urgentemente melhorias nos processos de gestão de resíduos para que se aumentem os índices de resíduos que são tratados. Nas últimas duas décadas, os países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), organização esta que tem participação da Comissão Europeia, têm investido esforços em desviar resíduos de aterros e de incineradores e trazer de volta esses materiais para a economia através da reciclagem. O pré-tratamento mecânico e biológico é cada vez mais utilizado para melhorar as taxas de recuperação de resíduos. A União Europeia tem metas de reciclagem para todos os seus países membros. Todavia, apesar dos esforços que estão sendo feitos, os aterros continuam a ser o principal método de destinação final de resíduos em muitos países membros da OCDE (OECD, 2015).

## 2.2 Os resíduos e a lógica da economia circular

Ao contrário do modelo econômico linear tradicional baseado em um padrão de produção, consumo e descarte, o modelo da economia circular busca transformar os bens que estão no final de sua vida útil em recursos para outros, tornando os ciclos industriais (quase) fechados e minimizando o desperdício. A economia circular tem o objetivo de transformar a lógica econômica vigente, porque busca substituir a produção pela suficiência e tem por princípios a reutilização, a reciclagem, o reparo e a renovação, entre outros (Stahel, 2016).

No mesmo sentido, Cardoso (2018) afirma que a economia circular é explicada como uma economia onde o valor dos produtos, dos materiais e dos recursos são mantidos na economia pelo maior tempo possível e a geração de resíduos é minimizada. A economia circular se contrapõe ao modelo de economia linear, em que o padrão é comprar, usar e jogar fora sem se importar com a

reciclagem ou a quantidade de resíduos que são gerados. Este conceito se encaixa bem nas agendas da União Europeia e das Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável, e foi estabelecido como um objetivo estratégico que permite a preservação e regeneração dos recursos naturais a nível global.

Em uma economia circular, os produtos devem ser desenhados e otimizados para terem um ciclo que permita a desmontagem e reutilização de seus componentes. O objetivo que se quer alcançar é de estender a vida útil dos consumíveis e de minimizar o impacto ambiental da sua deposição final. Produtos como computadores, que têm uma composição complexa de materiais, e que estão sujeitos a um rápido avanço tecnológico e também outros bens duráveis contendo metais e plásticos que não se degradam facilmente, devem ter melhores soluções de descarte e reutilização, que devem ser pensadas desde o início do seu processo de design (Kaza, Yao, Bhada-Tata, & Van Woerden, 2018).

A reciclagem de uma tela de cristal líquido com luz de fundo de mercúrio, por exemplo, custa mais do que a reciclagem de uma tela de LCD livre de mercúrio (Mayers, Lifset, Bodenhoefer, & Van Wassenhove, 2013). A diretiva relativa aos resíduos eletrônicos da UE destina-se a incentivar os produtores a alterar a concepção dos seus produtos, para que estes sejam mais fáceis de reciclar e permitam a recuperação de mais materiais, o que está de acordo com os princípios que sustentam a economia circular (Kunz, Mayers, & Van Wassenhove, 2018).

Um artigo sobre economia circular publicado em 2019, a respeito da cidade-região de Bruxelas, na Bélgica, analisou o metabolismo de resíduos urbanos em termos de fluxos de resíduos, intensidade de produção de resíduos e desempenho do tratamento de resíduos. A análise do fluxo de resíduos revelou: a quantidade de resíduos coletados; a proporção de contribuição por setor da economia, a composição do material dos fluxos de resíduos e a localização do tratamento. O estudo revelou que 50% dos 1,5 milhões de toneladas de resíduos recolhidos no ano de 2014 em Bruxelas foram tratados em instalações locais. No entanto, menos de 1% dos resíduos coletados foram usados de maneira a fechar ciclos de materiais dentro dos limites da cidade (Zeller et al., 2019).

A União Europeia está enfrentando uma grande crise na questão dos resíduos e, por essa razão, está implementado uma nova proposta para abordagem da gestão de resíduos. A Diretiva 2008/98/EC da União Europeia sobre resíduos foi revista em 2018 (Diretiva (UE) 2018/851) e inclui novas metas para UE para todos os tipos de resíduos. No quesito resíduos urbanos (RU), a meta é que no ano de 2025 sejam preparados para reutilização e a reciclagem no mínimo 55% dos resíduos em peso e para o ano de 2030, 60% dos resíduos em peso (Parlamento Europeu, 2018).

Ações de reutilização, de reciclagem e de reaproveitamento, juntamente com outras medidas apresentadas pela Comissão Europeia, fazem parte de uma estratégia do bloco para estimular uma transição da UE para uma economia circular, caracterizada pelo uso dos recursos de maneira mais sustentável. O objetivo é aproveitar ao máximo o valor e a utilização de todas as matérias-primas, produtos e resíduos, promovendo poupanças de energia e diminuindo as emissões de gases com efeito de estufa (Comissão Europeia, 2019).

Percebe-se que, para se ter uma economia circular na gestão de resíduos, tanto a prática de deposição em aterro quanto a prática de incineração, são práticas inapropriadas a se desenvolver, pois nelas os destinos finais dos resíduos desviam os materiais da economia, aumentam significativamente a dependência de materiais importados e também não alavancam o potencial de criação de empregos

e modelos de negócios alternativos (European Environmental Bureau, 2017b). O desvio de aterro faz parte da primeira etapa da jornada para uma economia circular, com modelos de produção com ciclos fechados, onde os resíduos são tratados como recursos materiais (Silva, Rosano, Stocker, & Gorissen, 2016).

Segundo Bourguignon (2016) uma economia mais circular tem o potencial de oferecer oportunidades, incluindo a redução das pressões no ambiente; maior segurança no fornecimento de matérias-primas; aumento da competitividade; inovação e emprego. No entanto, para se fazer essa mudança há desafios como o financiamento, o comportamento do consumidor e os modelos de negócios já existentes.

### **2.3 Instrumentos econômicos para a gestão dos resíduos urbanos**

Os instrumentos econômicos são um dos elementos de um conjunto de ferramentas que podem ser utilizadas para a implementação de políticas. Eles estimulam o comportamento dos usuários do sistema por meio de sinais de mercado, e não por meio de regulamentação prescritiva ou outras diretrizes. Isso os categoriza como um mecanismo de mercado (Taylor, Phipps, & Le Couteur, 2006). São exemplos de instrumentos econômicos aplicados na área do Ambiente os impostos ou tributos ambientais, as taxas (por serviço prestado ou de incentivo), as licenças/direitos transacionáveis, os sistemas de depósito compulsório, os subsídios e os créditos.

Os instrumentos econômicos no âmbito da gestão de resíduos podem ter diferentes objetivos. Podem visar a geração de receitas (função financiamento) para fazer face aos custos de recolha e tratamento de resíduos (e.g. tarifas) e, assim, garantir que os utilizadores contribuem para a recuperação de custos e para garantirem às entidades gestoras o rendimento necessário para prestarem um serviço de qualidade. Podem ainda ter o objetivo de influenciar a mudança de comportamento dos indivíduos ou das empresas por meio do mecanismo de estabelecimento de um sinal de preço, a fim de minimizar a criação de resíduos, evitar impactos negativos (e.g. impactos dos aterros) ou fortalecer a reciclagem e recuperação de recursos (GIZ, 2015).

Reforçando a ideia anterior, Taylor et al. (2006) afirmam que os efeitos que os instrumentos econômicos produzem dependem do motivo para o qual eles foram desenvolvidos. Os efeitos podem incluir:

- Aumentar a consciência ambiental, social e econômica associada aos resíduos, influenciando assim, o comportamento dos indivíduos no intuito de produzir menos resíduos.
- Criar incentivos para que a indústria pesquise e desenvolva tecnologias que minimizem o desperdício, como, por exemplo, redesenho produtos e embalagens, reciclagem e recuperação de recursos.
- Reduzir os impactos ambientais dos resíduos (e.g. resíduos perigosos), impondo a aqueles que geram resíduos os custos de tratamento e de eliminação, incluindo os custos ambientais.
- Angariar receitas para ajudar a financiar organizações com ações de minimização de resíduos.



### 2.3.1 Metodologia para identificação dos IEs aplicados na gestão de RU

Para a identificação dos instrumentos econômicos na gestão de resíduos urbanos foi feita uma revisão de literatura, percorrendo artigos publicados em revistas científicas que estão especificadas na metodologia geral, bem como os instrumentos que estão em pauta e são recomendados pela União Europeia, divulgados em relatórios e estudos da Comissão Europeia e do Parlamento Europeu. Pode-se citar também pesquisas em relatórios institucionais de organizações com reconhecimento internacional como a ONU, a Zero Waste Europe, entre outras. Dentre os instrumentos econômicos existentes para a melhoria do processo de gestão de resíduos, esse estudo faz uma descrição de 5 instrumentos que foram encontrados de maneira mais recorrente na literatura, e que têm reconhecida importância para a melhoria do processo de gestão de resíduos, são eles:

- Taxas por deposição em aterros
- Taxas na incineração
- Sistema *Pay-as-you-throw* (PAYT)
- Sistema de depósito-retorno (*deposit-refund system*)
- Responsabilidade Alargada do Produtor

A tabela 2.1 apresenta os instrumentos econômicos selecionados para esse estudo e as suas respectivas referências em artigos científicos.

Tabela 2.1 – Instrumentos Econômicos e Referências na Literatura Científica

Instrumento Econômico	Citado por:
Taxas na deposição em aterros	(Turner, Salmons, Powell, & Craighill, 1998) (Nahman & Godfrey, 2010) (Nicolli & Mazzanti, 2013) (Scharff, 2014) (Hoogmartens, Eyckmans, & Van Passel, 2016) (Kling, Seyring, & Tzanova, 2016) (Morlok, Schoenberger, Styles, Galvez-Martos, & Zeschmar-Lahl, 2017)
Taxas na incineração	(Nilsson, Björklund, Finnveden, & Johansson, 2005) (Sahlin, Ekvall, Bisailon, & Sundberg, 2007) (Maarten Dubois, 2013) (Bergeron, 2016) (Hoogmartens et al., 2016) (Morlok et al., 2017)
Sistema <i>Pay-as-you-throw</i> (PAYT)	(Batllellé & Hanf, 2008) (Bilitewski, 2008) (Dunne, Convery, & Gallagher, 2008) (Reichenbach, 2008) (Pires, Martinho, & Chang, 2011) (Elia, Gnoni, & Tornese, 2015) (Kling et al., 2016) (Morlok et al., 2017)
Sistema de depósito-retorno ( <i>Deposit-refund system</i> )	(Aalbers & Vollebergh, 2008) (Nahman & Godfrey, 2010) (Pires et al., 2011) (Walls, 2011) (Oosterhuis, Papyrakis, & Boteler, 2014) (Kling et al., 2016) (Morlok et al., 2017) (Linderhof, Oosterhuis, van Beukering, & Bartelings, 2019)
Responsabilidade Alargada do Produtor	(Fleckinger & Glachant, 2010) (Pires et al., 2011) (Mayers et al., 2013) (Niza, Santos, Costa, Ribeiro, & Ferrão, 2014) (M. Dubois & Eyckmans, 2015) (Kling et al., 2016) (Morlok et al., 2017) (Kunz et al., 2018)

Na sequência serão apresentados com mais detalhes os instrumentos econômicos que foram selecionados para esse estudo.

### 2.3.2 Taxas por deposição em aterros

Os instrumentos econômicos aplicados sobre os resíduos depositados em aterros existem para desincentivar essa prática. Os encargos para depositar resíduos em aterros devem refletir os custos totais dos aterros a longo prazo, incluindo custos ambientais (Denne, 2005). Com a mesma ideia Schlegelmilch et al. (2010) afirmam que a tarifação sobre aterros é um instrumento eficaz para corrigir as falhas do mercado e ajudar a internalizar as externalidades negativas que são causadas pela deposição de resíduos em aterro (e.g. emissões de metano, potencial de vazamento de fluidos). As receitas das taxas sobre os aterros podem ser usadas para financiar atividades que melhorem a gestão de resíduos e atividades de reciclagem.

Os autores Turner et al. (1998) já mencionavam na década de 90 o uso de instrumentos econômicos para gestão de resíduos, como sistema de créditos de reciclagem e tarifação sobre

resíduos depositados sobre aterros. No artigo por eles publicado concluiu-se que existe um papel importante que os instrumentos econômicos desempenham na área dos resíduos e que existem ganhos de eficiência inerentes que os instrumentos econômicos podem fornecer e merecem ser destacados.

Na Europa, segundo um estudo publicado pela Cewep (Confederação das Usinas Europeias de Valorização Energética de Resíduos) em 2017, 24 Estados Membros da UE tinham aplicação de taxas sobre aterros (Áustria, Bélgica, Bulgária, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estônia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Países Baixos, Polónia, Portugal, Reino Unido, República Tcheca, Suécia), bem como Noruega e Suíça. Apenas 4 Estados-Membros da UE não possuíam nenhum tipo de taxa sobre os aterros, são eles: Alemanha, Chipre, Croácia, Malta (Cewep, 2017).

É interessante notar que a Alemanha é um país que não possui tarifação sobre resíduos depositados em aterros, mas em compensação tem restrições para deposição em aterro, exigindo que haja pré-tratamento dos resíduos urbanos antes de serem aterrados. Além disso, a Alemanha usa o sistema PAYT, o sistema de Depósito-Retorno e o sistema de Responsabilidade Alargada do Produtor para algumas frações de resíduos (Watkins et al., 2012). Ainda podemos destacar o fato de que as baixas taxas de deposição em aterro na Alemanha se justificam pelas altas quantidades de resíduos que são incinerados com valorização energética. Em 2015, a Alemanha produziu 51 milhões de toneladas de RU, das quais 16 milhões de toneladas foram incineradas (sendo que 11,264 milhões de toneladas foram incineradas com valorização energética) (Scarlat, Fahl, & Dallemard, 2018).

Quanto a cobrança de taxas em aterros, é aconselhável que diferentes tipos de resíduos estejam sujeitos a diferentes tipos de taxas. Por exemplo, resíduos inertes podem ser isentos ou sujeitos a uma taxa reduzida, enquanto resíduos orgânicos não tratados podem estar sujeitos a uma taxa mais elevada e os resíduos que são direcionados para a triagem e reciclagem dentro de um aterro não podem estar sujeitos a cobrança de taxas (GIZ, 2015).

Um estudo feito na UE em 2012, demonstra que a efetividade dos instrumentos (encargos) sobre aterros está diretamente correlacionada com as taxas que são cobradas. Observou-se uma correlação bastante clara e linear entre os encargos cobrados por deposição em aterro e a percentagem de resíduos urbanos reciclados e compostados nos Estados Membros do bloco. O Estado membro que cobrou mais pela deposição em aterro (Suécia) foi o que apresentou uma percentagem maior de RU reciclados e compostados. Os valores para deposição em aterro para uma tonelada de resíduos urbanos na UE variaram neste estudo entre 17,50 € na Lituânia até 155,50 € na Suécia (Watkins et al., 2012).

Um estudo feito pela Agência Europeia do Ambiente no ano de 2009, analisou a Estônia, a Finlândia, a região da Flandres na Bélgica e a Itália, no quesito de uso de taxas sobre aterros para desencorajar a deposição em aterro de resíduos. Este estudo concluiu que para que as taxas de deposição em aterros sejam eficazes, é necessário que o valor unitário da taxa seja relativamente alto, embora as percepções do público sobre o valor total pago sejam indiscutivelmente tão importantes quanto a taxa unitária em si mesma (European Environmental Agency, 2009).

Outro estudo que analisa o caso da região de Flandres na Bélgica, feito por Hoogmartens et

al. (2016), correlacionou as taxas sobre aterros e as práticas de Gestão Avançada de Resíduos (do inglês: *Enhanced Waste Management*, é uma prática que visa transformar os resíduos em produtos úteis) que foram introduzidos para reduzir a quantidade de resíduos que vão para aterro e para aumentar a quantidade de resíduos que são valorados. Este estudo investigou a interação destas duas opções políticas na Bélgica, e relata que tanto as taxas sobre aterros como as práticas de Gestão Avançada de Resíduos podem atenuar a falta de capacidade dos aterros, reduzindo respectivamente os volumes de resíduos depositados em aterros e valorizando os fluxos futuros de resíduos.

Um estudo que analisou mais de 20 anos de políticas para redução de resíduos com destinação final em aterros na Holanda, concluiu que a combinação de regulamentações nos aterros, a implementação de taxas sobre aterros e proibições para aterros resultou na redução desejada, mas também teve efeitos negativos. Um dos efeitos negativos citados no estudo, foi o fato de que grandes diferenças nas taxas sobre aterros cobradas entre as nações, resultaram na remessa transfronteiriça de resíduos e no não cumprimento dos princípios de autossuficiência e de proximidade (Scharff, 2014). A União Europeia proíbe a exportação de resíduos, mas infelizmente esta é uma prática que ainda acontece atualmente (European Commission, 2019b).

As taxas de deposição em aterros não são uma panaceia para os problemas da gestão de resíduos. Elas devem ser integradas e complementadas por estratégias rigorosas de gestão de resíduos e de ações para prevenção da geração de resíduos, a fim de atingir as metas da UE em matéria de gestão e tratamento final de resíduos municipais. As taxas de deposição em aterro são um instrumento necessário mas não suficiente no pacote da política de gestão de resíduos (Nicolli & Mazzanti, 2013).

As políticas restritivas não devem aparecer apenas em casos de deposição de resíduos em aterros, mas também no caso dos resíduos destinados a incineração e juntamente com políticas que incentivem as demais práticas (redução, reutilização, reciclagem, reaproveitamento). Além disso, se apenas o processo de deposição em aterro for desincentivado (aumentando-se as taxas para depor os resíduos em aterros) sem contrapartidas para com as práticas de incineração, pode acontecer um resultado inesperado (que seria o aumento da quantidade de resíduos incinerados ao invés do aumento dos índices de resíduos reciclados, reutilizados ou compostados) (Watkins et al., 2012).

### 2.3.3 Taxas na incineração de resíduos

O uso de instrumentos econômicos aplicados aos resíduos incinerados pretende desincentivar essa prática, uma vez que a incineração é a segunda prática menos preferível na hierarquia de processos para gestão de resíduos, com base na Diretiva 2008/98/EC da (European Commission, 2012). Todavia, o uso de instrumentos econômicos sobre a prática da incineração não é tão popular quanto o uso na prática de deposição em aterro, pois a incineração é uma prática que tem muitas controvérsias.

Ainda que a incineração permita que os resíduos sejam desviados da deposição em aterro e exista a geração de energia, hoje já se questiona essa solução pelos problemas causados pelas partículas que são liberadas nos incineradores na saúde humana e no ambiente. Além disso, a prática

de queimar resíduos, vai contra o objetivo de aumento dos percentuais de reciclagem, e no caso de um incremento nos percentuais de reciclagem tem-se como consequência a diminuição dos resíduos disponíveis para queima, o que compromete a capacidade e a produção dos incineradores (Fundació ENT, 2015).

No caso da União Europeia, aplicação de taxas sobre incineração de resíduos não tem a mesma força que a aplicação de taxas para aterros. Um dos motivos para tal postura, é o fato de que até pouco tempo atrás a queima de resíduos era vista de forma diferente. Segundo Vahk (2018), a Diretiva de Energia Renovável (RED) de 2009 incentivava a prática de queima de resíduos urbanos mistos (RU) pois essa era considerada uma fonte de energia "renovável" (pela questão da valorização energética).

Grandes investimentos em instalações para queimar resíduos com valorização energética foram feitos em muitos países europeus. Em 2016, de acordo com a Eurostat (2019b) a Alemanha converteu quase 44 milhões de toneladas de resíduos em energia. Segundo Burton (2018), com o aumento das suas taxas de reciclagem, a Alemanha passou a importar resíduos de países (e.g. Reino Unido) para manter seus incineradores bem alimentados.

As políticas atuais de resíduos da União Europeia estão inclinando ainda mais a balança para a incineração. Em 2012, 20 Estados-Membros da UE introduziram uma taxa na deposição em aterro, enquanto apenas 8 introduziram taxas na incineração. As taxas cobradas nos processos de incineração de resíduos foram menores do que as taxas cobradas na deposição em aterros, o que acabou por criar mais incentivos para o tratamento final de incineração de resíduos (European Environmental Bureau, 2017b).

Um estudo sobre o caso do cantão de Genebra, na Suíça, concluiu que a taxa cantonal sobre a incineração foi um incentivo efetivo para que os municípios melhorassem sua infraestrutura e seu serviço de triagem e de coleta de resíduos. A taxa foi implementada em 2000 para todos os resíduos encaminhados para unidades de incineração de Genebra. Esta taxa sobre incineração tinha os seguintes objetivos: reduzir a quantidade de resíduos destinados a esse fim, aumentar a coleta seletiva de resíduos recuperáveis e aumentar triagem de resíduos volumosos. Como exemplo dos resultados observados, entre 2002 e 2013, 459 novos pontos de coleta para papel, vidro, garrafas PET, alumínio e ferro foram implementados no cantão de Genebra. (Bergeron, 2016).

Um artigo sobre a introdução de taxa na incineração de resíduos na Suécia, no ano de 2006, que tinha como um dos principais objetivos aumentar o incentivo para a reciclagem de materiais, concluiu que a taxa de incineração implementada teve um pequeno impacto sobre os fluxos dos resíduos (Sahlin et al., 2007). Outro estudo feito na Suécia, indicou que existiram alguns benefícios ambientais globais para a introdução da taxa sobre incineração, mas que os benefícios foram modestos em comparação com o potencial (Nilsson et al., 2005).

Um estudo de Maarten Dubois (2013) sobre o uso de taxas de incineração, concluiu que há muita disparidade de tarifação entre as regiões da Europa. A falta de uma política coerente de tributação pode ser observada com o exemplo da França, da região de Flandres (Bélgica) e da região da Valônia (Bélgica) que aplicam taxas sobre incineração que chegam a 10% dos custos totais de incineração. Em contrapartida, os Países Baixos, a Alemanha e o Reino Unido não tributavam os resíduos que iam

para a incineração e a Suécia e a Noruega tinham uma taxa de incineração, mas a aboliram em 2010. Este estudo sugeriu para melhoria no sistema de tributação, a criação de uma taxa diferenciada para a incineração de resíduos baseada nas emissões de NOx, ou seja, de acordo com o princípio do poluidor pagador, no intuito de incentivar as tecnologias mais limpas de incineração e de penalizar as que são mais poluidoras.

As novas políticas da UE, indicam que, obrigatoriamente, os Estados-Membros devem aumentar gradualmente as taxas cobradas para deposição em aterros e para incineração de resíduos como parte do processo de notificação dos planos nacionais de gestão de resíduos da Comissão Europeia. Além disso, evitar que os Estados-Membros utilizem a recuperação de energia a partir de resíduos que não passaram por algum tipo de tratamento e separação, uma vez que resíduos não tratados não devem entrar para a conta de matriz energética das fontes renováveis (European Environmental Bureau, 2017b).

#### 2.3.4 Sistema *Pay-as-you-throw* (PAYT)

*Pay-as-you-throw* é um instrumento econômico que aplica o princípio do "poluidor-pagador" em nível municipal, ele funciona com a cobrança de acordo com a quantidade de resíduos que cada habitante do município envia para o sistema de gestão de resíduos. Este tipo de cobrança visa servir de incentivo para reduzir a produção de resíduos e aumentar os índices de reciclagem e recuperação de materiais (Morlok et al., 2017).

O sistema de cobrança PAYT pode ser encontrado em diversos países pelo mundo, como, por exemplo: Estados Unidos, países europeus (Áustria, Bélgica, Irlanda, Luxemburgo, Suíça), países asiáticos (e.g. Japão, Taiwan, Coreia do Sul), Nova Zelândia, entre outros.

No caso da União Europeia, a nova estratégia para a Economia Circular e a proposta de revisão da Diretiva Quadro Resíduos (Diretiva 2008/98/CE) estabeleceram metas ambiciosas de reciclagem e desvio de aterro para o bloco europeu para o ano de 2030, a referida Diretiva menciona que os Estados-Membros devem utilizar mecanismos PAYT, aplicando "princípio do poluidor-pagador" na gestão de resíduos (ERSAR, 2017).

A cobrança personalizada de acordo com a quantidade de resíduos que os indivíduos geram pode ser alcançada através da interação de três componentes principais que marcam a implementação técnica do sistema PAYT: identificação do usuário como uma ferramenta para obter a prestação de contas, medição dos resíduos gerados e dos serviços correspondentes, e estabelecimento de uma taxa por unidade de resíduos produzida como base para encargos individuais proporcionais a extensão dos serviços obtidos (Bilitewski, 2008).

Segundo um estudo de Schlegelmilch et al. (2010) existem muitos modelos de sistemas PAYT. Geralmente a cobrança é baseada no volume ou no peso dos resíduos e as unidades de medição são diferentes tipos de sacos, etiquetas ou contentores. Podemos observar como exemplo de sistemas de unidade de medida:

- Um sistema com sacos especiais com capacidade determinada, que são pré-pagos.
- Um sistema com contentores com capacidade determinada (e.g. 60L, 120L e 240L),

com tarifação baseada na capacidade do contentor e frequência de esvaziamento,

- Um sistema por peso com uso de balanças nas viaturas de coleta ou nos contentores. Nesse caso, a medição é feita com o auxílio de sistemas computadorizados que pesam e registram as quantidades de resíduos depositados e, automaticamente, fazem a emissão da fatura do cliente.

Os autores Puig Ventosa & Jofra Sora (2013), citam dois exemplos de sistemas PAYT dentro da modalidade de recolha de resíduos porta a porta: por sacos ou por contentores. O pagamento por saco é feito da seguinte maneira: o município torna obrigatório que os contribuintes usem sacos padronizados de certas características (cor, volume, logotipo) para entregar os seus resíduos. Estes sacos são os únicos recolhidos pelo município e a taxa de gestão do sistema é incluída no preço do saco, e assim o valor cobrado dos usuários é proporcional ao volume de resíduos gerados. O pagamento por contentor é feito da seguinte forma: os usuários têm o seu próprio contentor para a entrega de resíduos, que é recolhido à sua porta. A cobrança depende do tamanho do contentor escolhido ou da frequência da coleta dos resíduos (ambos a serem definidos pelos usuários). Pode-se ainda aprimorar o sistema tecnológico ao incorporar um *chip* ou uma etiqueta eletrônica no contentor para fazer a cobrança, de modo a registrar o número de vezes que ele é coletado.

Um estudo de revisão de literatura sobre PAYT feito por Dunne et al. (2008) que compara as medições baseadas no peso dos resíduos com as medições baseadas no volume diz que as taxas de cobrança de resíduos com base no peso podem, em determinadas circunstâncias, resultar em reduções significativas da produção de resíduos dos utilizadores. Enquanto isso, as cobranças baseadas no volume, indicam que os utilizadores tendem a reagir comprimindo seus resíduos, o que não é um benefício para o ambiente, já que todos os resíduos são compactados antes de irem para os aterros. Entretanto os autores Puig Ventosa & Jofra Sora (2013) ressaltam que, os sistemas de pagamento por peso são tecnicamente mais complexos que os sistemas de pagamento por volume.

O modelo de identificação do usuário que deposita os resíduos para recolha pode se dar de diversas formas. Os autores Elia et al. (2015) fizeram uma revisão das tecnologias de identificação de utilizadores que podem ser usadas na aplicação do sistema PAYT. Quando a coleta é feita porta-a-porta em nível individual, a identificação do utilizador pode ser realizada através de etiquetas afixadas ao equipamento de recolha. Diferentes tecnologias de identificação podem ser aplicadas: código de barras, tecnologias de código QR (*Quick Response*) e tecnologias com *chip* de identificação por radiofrequência RFID (*Radio-frequency identification*).

O sistema PAYT pode se adequar também para os serviços de coleta de rua em que múltiplos usuários depositam seus resíduos no mesmo equipamento. Neste caso, para identificar os usuários, os principais sistemas que podem ser aplicados são: as chaves físicas (aplicadas quando os resíduos são recolhidos utilizando contentores trancados em serviços de coleta de rua), os cartões inteligentes (funcionam da mesma maneira que as chaves físicas, com a diferença da tecnologia usada, que pode ser magnética ou baseada em RFID, assim definidas como chaves eletrônicas) e as tecnologias móveis (sistemas inovadores podem usar os telefones celulares para acessar o equipamento de coleta) (Elia et al., 2015).

Quanto a contribuição do sistema PAYT para a gestão de RU, um artigo de Reichenbach

(2008) sobre o panorama do instrumento econômico PAYT da Europa, afirma que após introdução do PAYT, é visível a redução dos RU recolhidos indiferenciadamente e que há um crescimento proporcional das quantidades coletadas seletivamente. Além disso, afirma que vários outros estudos de performance do PAYT feitos na Europa, relataram crescimento nas taxas de resíduos coletados seletivamente (com taxas de coleta de até 70% ou mais).

Num estudo feito pela Comissão Europeia por Watkins et al. (2012), foram analisados os desempenhos de sistemas PAYT na Áustria, na Alemanha, na Finlândia, na Irlanda e na Itália. Os resultados revelaram que, na Áustria, o aumento das taxas de PAYT, pode ter tido um pequeno efeito de redução na produção de resíduos. Na Finlândia, verificou-se que os residentes que compostaram os seus resíduos orgânicos em casa tiveram grandes economias em relação àqueles que separaram seus resíduos compostáveis para coleta seletiva e àqueles que não separaram seus resíduos compostáveis. Na Alemanha, um esquema PAYT baseado no peso, implementado no Condado de Aschaffenburg, observou uma redução significativa (cerca de 45% de redução) na produção de resíduos domésticos no primeiro ano de sua introdução.

Ainda sobre esse mesmo estudo, foi observado que na Irlanda, os sistemas PAYT baseados no peso dos resíduos parecem ter provocado maiores reduções na geração de resíduos domésticos (49% de redução após o primeiro ano do sistema) do que os sistemas baseados em etiquetas pré-pagas (cerca de 23% de redução no mesmo período). Na Itália, os sistemas PAYT tiveram resultados mistos, embora os mais bem-sucedidos demonstrem alguns resultados impressionantes. Na província de Treviso, a quantidade de resíduos separados para reciclagem pelas famílias aumentou 12,2% após a introdução do PAYT (Watkins et al., 2012).

Três estudos de European Environmental Agency (2016), Pires et al. (2011) e Watkins et al. (2012) fizeram um levantamento dos países europeus que utilizam o sistema PAYT para gestão de resíduos. A partir da compilação dos dados divulgados pelos estudos apurou-se que 19 países dos 28 países membros da UE utilizam os sistemas de tarifa variável de acordo com as quantidades de resíduos que são produzidas. São eles: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Eslováquia, Eslovênia, Estônia, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Hungria, Irlanda, Itália, Luxemburgo, República Tcheca, Reino Unido, Suécia. Na maioria dos países que têm o sistema, a sua aplicação não se estende a todo o território nacional.

Uma avaliação de instrumentos econômicos para países com baixo desempenho de gestão de resíduos municipais, com uma abordagem baseada no processo de hierarquia analítica (PHA), feita por Kling et al. (2016) analisou 4 IEs (taxas de deposição em aterros, sistemas de cobrança PAYT, sistemas de depósito-retorno e sistemas de responsabilidade alargada do produtor). Os resultados obtidos demonstraram que no critério de benefício percebido o instrumento PAYT teve melhor desempenho, seguido pela taxa sobre aterro. Ao mesmo tempo, o PAYT foi o instrumento mais caro, em termos do critério de custos, de modo que a taxa sobre aterro ficou na primeira posição em termos de custo-benefício.

Um estudo feito por Batlle & Hanf (2008), argumenta que um sistema PAYT pode ter que fazer distinções para levar em conta as diferenças entre os tipos de usuários do sistema, a fim de garantir que eles participem em igualdade de condições. Tais distinções, são formas de compensação



ou de concessão para aqueles usuários do sistema que podem ser os grupos mais frequentemente prejudicados (e.g. famílias de baixa renda, famílias numerosas, idosos e deficientes). Esses grupos necessitam de uma atenção especial, é necessário que sejam feitas adaptações a regra geral de acordo com o sistema PAYT que está sendo utilizado.

Entre as desvantagens que foram observadas no uso de sistemas PAYT, pode-se citar o fato de que uma cobrança sobre a produção de resíduos fornece incentivos a particulares para encontrar rotas de deposição de custo mais baixo, incluindo o despejo ilegal de resíduos. Além disso, as barreiras institucionais e de informação (e.g. os custos de descarte que não são vistos pelos consumidores no processo de tomada de decisão de compra) podem significar que a taxa sobre a produção não seja totalmente eficaz e não seja um instrumento ideal ou que seja necessária a sua implementação em associação com outros instrumentos (Denne, 2005).

É difícil encontrar dados confiáveis para o fenômeno do despejo ilegal de resíduos. Do ponto de vista estatístico, as quantidades de resíduos queimados nos quintais e depositadas nas florestas aparecem em quantidades pequenas em relação as quantidades totais de resíduos coletadas. Algumas evidências disponíveis indicam que problemas com despejo ilegal foram relatados em quase todos os países onde esquemas de precificação unitários foram introduzidos. No entanto, não há fortes evidências que sugiram que isso tenha se tornado um problema significativo. A tendência de despejar resíduos ilegalmente tem uma relação inversamente proporcional com as normas de proteção ambiental e de limpeza urbana, a fiscalização, a consciencialização da população existentes (Schlegelmilch et al., 2010).

### 2.3.5 Sistema de Depósito-retorno (*Deposit-refund system*)

Segundo Denne (2005), os sistemas de depósito-retorno (SDR), do inglês *deposit-refund system* (DRS), são um mecanismo no qual se inclui uma quantia de depósito no preço de compra de um produto (e.g. embalagem de refrigerante) que é reembolsada quando a embalagem é devolvida após o uso. Assim, os SDR buscam incentivar os consumidores a separarem suas embalagens, agindo fundamentalmente na etapa de triagem para reciclagem desses resíduos. Ele pode também agir na etapa de reutilização (da hierarquia de ações para gestão de resíduos), pois se as embalagens forem do tipo retornável, elas podem recolhidas, higienizadas e recarregadas várias vezes.

Os sistemas de depósito-retorno funcionam de acordo com a lógica da logística reversa. O mecanismo de depósito-retorno é um instrumento aplicado na esfera do mercado, onde consumidor é o agente responsável para garantir a reciclabilidade dos resíduos gerados. Em contrapartida, o esquema de responsabilidade alargada do produtor, é instrumento implementado na esfera produtiva. Neste caso, os agentes responsáveis pela reintrodução no fluxo dos resíduos são os produtores, os fabricantes e os distribuidores (Ciasca, 2012).

Políticas ambientais que encorajem e definam orientações sobre sistemas depósito-retorno para embalagens retornáveis ou reutilizáveis são uma recomendação para os Estados Membros da UE afim de atingir as metas do bloco de quantidade de resíduos recicláveis coletados (European Environmental Bureau, 2017a). Os sistemas de depósito-retorno podem ser eficazes no redirecionamento do fluxo de resíduos para as ações de reutilização e de reciclagem. Experiências

internacionais com SDR compulsórios mostram que esses sistemas levam a altas taxas de retorno dos resíduos e a uma redução da poluição em termos gerais (Linderhof et al., 2019).

Na Alemanha, um sistema depósito-retorno para recipientes de bebidas reutilizáveis está em vigor há bastante tempo. O custo da embalagem é repassado das empresas de bebidas para atacadistas e varejistas na venda dos produtos. O varejista vende a bebida incluindo o depósito (custo da embalagem) e o consumidor recebe o reembolso quando retornar o recipiente. Para recipientes de bebidas reutilizáveis, o depósito depende do tamanho do recipiente e está entre 0,08 e 0,15 Euro por item. Uma cobrança adicional de depósitos para recipientes de bebidas de utilização única foi introduzida em 2003, os recipientes descartáveis têm um depósito de 0,25 Euro para cada embalagem. Recipientes de sucos de frutas, leite e bebidas destiladas (exceto cerveja) estão isentos deste regulamento. A ideia de cobrar a mais para os recipientes descartáveis em comparação àqueles retornáveis é para tornar os recipientes de uso único menos atraentes a longo prazo (Schlegelmilch et al., 2010).

Uma avaliação do sistema de depósito-retorno alemão para embalagens de bebidas, realizada em 2010 pela Agência do Ambiente da Alemanha, chegou às seguintes conclusões: o sistema alcançou um aumento na taxa de retorno e uma melhoria na qualidade dos materiais coletados, o que contribuiu para uma maior taxa de reciclagem. O uso desse sistema também reduziu o lixo e houve um aumento inicial sobre a participação de mercado das embalagens reutilizáveis comparado com as descartáveis, mas, esse aumento foi novamente perdido com o tempo. Além disso, o estudo concluiu que a combinação de promoção de embalagens reutilizáveis e depósitos obrigatórios em embalagens de bebidas descartáveis é vista como um sistema eficiente para minimizar os impactos ambientais das embalagens de bebidas (Schneider et al., 2011).

Na Dinamarca, um sistema de depósito-retorno para embalagens de bebidas foi criado em 2000. A empresa operadora do sistema de depósito-retorno dinamarquês é uma organização sem fins lucrativos criada por iniciativa do Ministério do Ambiente e da Alimentação da Dinamarca. O sistema dinamarquês (Dansk Retursystem A / S) abrange embalagens descartáveis e embalagens reutilizáveis para determinadas bebidas (Ministry of Environment and Food of Denmark, 2017).

O sistema Dansk Retursystem A / S engloba as atividades de: coleta das embalagens de bebidas de uso único feitas de plástico, vidro e metal para reciclagem, pagamento dos depósitos para essas embalagens nas lojas e fornecimento de todo equipamento técnico e das instalações necessárias para que o processo de coleta, contagem e separação embalagens vazias de uso único seja realizado. Segundo relatório divulgado em 2017, com os dados de coleta do ano de 2016, o sistema obteve uma taxa de retorno de 90% das embalagens registradas no mercado, em que 1,15 bilhão de garrafas e latas com sistema de depósito compulsório foram devolvidas (Ministry of Environment and Food of Denmark, 2017).

Mais comumente, os sistemas de depósito-retorno são implementados para embalagens, mas também podem ser implementados para produtos perigosos, como, por exemplo baterias (Schlegelmilch et al., 2010). De acordo com Denne (2005), ainda há exemplos do uso desse instrumento internacionalmente para incentivar o retorno pós-uso de produtos como lâmpadas, óleo, cascos de carro. Um estudo de Walls (2011) sobre o SDR, cita que ele também pode ser usado para

baterias de chumbo, pneus, vários materiais perigosos, eletrônicos.

Esta questão também foi abordada pelo artigo de Aalbers & Vollebergh (2008), que fez uma análise sobre IEs para a gestão de RU, e concluiu que o modelo ideal a ser implementado seria um sistema de depósito-retorno que também fizesse atenção para as frações de resíduos que exigem cuidados especiais. Os autores sugerem que além de oferecer recompensas para resíduos facilmente recicláveis (e.g. embalagens de bebidas), o sistema de depósito-retorno ideal também deve oferecer recompensas financeiras para resíduos perigosos (e.g. tinta e óleo de motor de veículos usados) quando são corretamente descartados. A política ótima para tirar os resíduos perigosos do fluxo de resíduos mistos incluiria a exigência de um depósito pago na compra desses produtos, que os consumidores receberiam de volta quando os resíduos perigosos fossem eliminados nas instalações de recolha. Dessa forma facilitar-se-ia a separação para reciclagem das frações de resíduos que são recolhidas indiferenciadamente e reduzir-se-ia o potencial de toxicidade dos materiais que são encaminhados para aterro, tornando as frações de resíduos mistos menos perigosas.

Os sistemas de depósito-retorno, no caso de garrafas e latas, têm taxas de retorno elevadas em vários países. Nos países em desenvolvimento, as recompensas por garrafas vazias ou outros materiais plásticos estimularam a reciclagem e forneceram renda para pessoas carentes (Oosterhuis et al., 2014). Pesquisas mostram que se pode usar esta mesma ideia para resolver muitos outros problemas ambientais além do descarte de resíduos. Ao impor uma taxa antecipada sobre o consumo e subsidiar atitudes verdes e atividades de mitigação, sistemas de depósito-retorno podem ser capazes de controlar eficientemente a poluição (Walls, 2011).

Uma desvantagem desse sistema é o fato de o custo de implementação ser grande quando vários tipos de embalagens estão envolvidas (Oosterhuis et al., 2014). Outra desvantagem que existe no sistema de depósito-retorno é a questão transfronteiriça, uma vez que se os “resíduos viajarem pro estrangeiro” perde-se a possibilidade de obter o reembolso, já que as embalagens são diferentes em cada país. Dentro dos limites da UE, há uma proposta de implementação de um SDR para toda a Área Econômica Europeia, para embalagens de bebidas descartáveis. Os produtores de bebidas deveriam harmonizar a produção e a logística das embalagens para todo o mercado. Assim, os consumidores poderiam receber de volta seus depósitos, não importando onde comprassem suas bebidas e devolvessem a embalagem (Schneider et al., 2011).

### 2.3.6 Sistema de Responsabilidade Alargada do Produtor

Os sistemas de Responsabilidade Alargada do Produtor (RAP), do inglês *Extended Producer Responsibility* (EPR), alocam obrigações para atingir as metas de reciclagem para a indústria e podem levar ao estabelecimento de mercados para o cumprimento dessas obrigações (Denne, 2005). Ao alocarem as responsabilidades de gestão dos resíduos nos produtores, os sistemas RAP se diferem dos sistemas de depósito-retorno, que alocam as responsabilidades nos consumidores. Os sistemas de responsabilidade alargada do produtor monetizam o impacto ambiental de um produto no final de sua vida útil e esse custo é adicionado ao preço do produto quando ele é comprado (European Environmental Bureau, 2017a).

Os sistemas RAP têm por objetivo enviar sinais econômicos aos produtores para que estes introduzam medidas em termos ambientais a montante - incluindo redesenho e alterações na produção - que tornam seus produtos mais adequados para reutilização e reciclagem (Rezero, 2017). Na mesma linha de pensamento, os autores Fleckinger & Glachant (2010) afirmam que os sistemas RAP fornecem incentivos para evitar o desperdício na fonte, promover projetos de produtos ecologicamente corretos e apoiar a consecução das metas de reciclagem pública e da gestão de materiais. O primeiro programa RAP começou em 1991 com o esquema alemão *Green Dot*, para resíduos de embalagens. Os programas de responsabilidade alargada do produtor, tem uma ampla gama de grupos de produtos e fluxos de resíduos onde podem ser aplicados, como embalagens, eletrodomésticos e eletrônicos, baterias e acumuladores, óleo usado, pneus e veículos em fim de vida

No âmbito da União Europeia, os sistemas de RAP foram implementados em 27 estados membros da UE por meio de diretivas, cobrindo baterias (2006/166/EC), automóveis (2000/53/EC), embalagens (94/62/EC) e resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) (2002/96/EC) (Mayers et al., 2013). Embora as diretivas estabeleçam requisitos mínimos para todos os Estados-Membros, há flexibilidade para os regulamentos internos dos países irem mais longe. Consequentemente, a legislação e o cumprimento nacionais dos sistemas de RAP podem diferir substancialmente entre os Estados-Membros (Kunz et al., 2018).

Para cumprir as metas de responsabilização sobre resíduos estabelecidas pelos governos, as empresas podem optar por se organizar individualmente ou podem se organizar coletivamente, criando uma organização de responsabilidade do produtor, do inglês *producer responsibility organization* (PRO), que é uma organização sem fins lucrativos controlada pelos produtores (Fleckinger & Glachant, 2010).

Para financiar suas operações, as PROs solicitam taxas “PRO” aos produtores na proporção do número de produtos que estes venderam ou na proporção de participação no mercado da empresa produtora (OVAM, 2016). As PROs ajudam a reduzir os custos envolvidos no processo de gestão dos resíduos e a sua principal tarefa é configurar e gerenciar as infraestruturas que organizam a coleta e o processamento de resíduos em nome de seus membros individuais. Os produtores pagam a PRO uma taxa por unidade de produto que cada um coloca no mercado. A taxa do produto é frequentemente uniforme entre as marcas (e.g. 20 dólares por uma geladeira). Para calcular o valor da taxa, também pode se levar em conta as características específicas relacionadas ao resíduos que os produtos geram (Fleckinger & Glachant, 2010).

A França, por exemplo, utiliza o sistema de responsabilidade alargada do produtor para diferentes tipos de produtos, tais como resíduos elétricos ou eletrônicos, embalagens, móveis e papel. Isso significa que os produtos têm uma taxa incluída no preço de compra pago pelo usuário, que cobre o custo de descarte do produto. Os preços da taxa pré-paga são ajustados com base na reciclabilidade do produto: quanto mais reciclável o material, menor é a taxa. Isso é essencialmente um incentivo para que os fabricantes projetem seus produtos para que sejam mais facilmente recicláveis. Por exemplo, os fabricantes de aspiradores de pó, que vendem os aspiradores de pó com substâncias químicas perigosas (e.g. aspiradores com bromados plásticos retardadores de chama) pagam 20% mais do que os fabricantes que não usam substâncias perigosas ao ambiente e a saúde (European Environmental

Bureau, 2017a).

Analisando o caso do uso de responsabilidade alargada do produtor para resíduos eletrônicos na Europa, podemos observar que em 2012, 35% do volume de resíduos eletrônicos descartado na Europa foram coletados e reciclados sob o sistema RAP. Os 65% de resíduos restantes tiveram a seguinte destinação: 33% foram reciclados em condições de não conformidade, 16% foram exportados ilegalmente para países em desenvolvimento, 8% foram desmanchados para recuperação das partes valiosas e 8% dos resíduos foram descartados com os resíduos urbanos comuns (8%). Esse alto nível de desvio dos canais oficiais de reciclagem do sistema RAP mostra que ainda existem algumas deficiências na abordagem de resíduos que está sendo desenvolvida atualmente (Kunz et al., 2018).

Ainda sobre a questão dos resíduos eletrônicos, a diretiva de REEE da UE foi reformulada em 2012, e incluiu a partir de 2016, o requerimento de que a meta de coleta anual de REEE será definida tendo como base a razão entre o valor coletado de REEE e o peso médio de equipamentos elétricos e eletrônicos colocado no mercado nos três anos anteriores (European Union, 2012). De acordo com as estatísticas do Eurostat, os países nórdicos têm destaque na performance, a Dinamarca, a Noruega e a Suécia permanecem nos cinco países com melhor desempenho e já estão posicionadas para cumprir a meta de coleta de REEE fixada em 45% em 2016 e que é de 65% para o ano de 2019. A Suécia inclusive já está cumprindo a meta de 65% que estará em vigor a partir de 2019. (Richter & Koppejan, 2016).

Como podemos observar, o sistema de recuperação que apresentou os melhores resultados foi o da Suécia. No sistema sueco, não há mercado de segunda mão formal para os produtos coletados pelo sistema e as organizações de responsabilidade do produtor (PROs) são as responsáveis pelo gerenciamento da reciclagem dos REEE. A outra questão fundamental é um único fornecedor que provê os serviços para todo o país. Ao controlar toda a cadeia de recuperação de REEE, a El-Kretsen é capaz de oferecer soluções mais econômicas e transporte otimizado de pontos de coleta para estações de tratamento centralizadas. Além disso, o nível de compreensão dos consumidores sobre a importância da coleta seletiva de REEE e seu comportamento em relação ao retorno de dispositivos eletrônicos aos pontos de coleta influencia significativamente seu o desempenho global (Ylä-Mella et al., 2014).

Dentre as sugestões de melhoria para os sistemas RAP, o estudo de M. Dubois & Eyckmans (2015) aponta que deve haver a combinação destes com outros instrumentos, como impostos especiais de consumo sobre produtos geradores de resíduos. Além disso, a avaliação feita no estudo mostra que a eficiência da gestão de resíduos pode ser melhorada através da transferência de autoridade sobre instrumentos políticos dos Estados-Membros para o nível de Comunidade Europeia.

### 3 Caso de Estudo: Gestão de RU na Região de Flandres, Bélgica

Podemos perceber que a Bélgica, comparativamente ao bloco da União Europeia ocupa uma posição de destaque quanto a produção de resíduos, para o ano de 2017, por exemplo, o país produziu menos resíduos per capita por ano (409 quilogramas) do que a média da União Europeia (486 quilogramas). Além disso, dos 28 países do bloco ela foi o 7º país que menos produziu resíduos municipais em 2017, ano de referência deste estudo (Eurostat, 2019c).

O estudo de Kyriakis, Psomopoulos, & Kalkanis (2019), relata que a quantidade de RU na Bélgica, para o período de tempo entre 2008 e 2017, diminuiu mais de 11%, enquanto a população da Bélgica aumentou mais de 7%. A quantidade de resíduos depositada em aterros em 2008 foi de 449 quilotons e diminuiu para 41 quilotons em 2017, o que representa uma redução de mais de 90% dos resíduos depositados nos aterros. As formas de tratamento final de resíduos predominantes no país atualmente são: a incineração com valorização energética (40% do total de resíduos gerados), a reciclagem e a compostagem.

Para o caso de estudo escolheu-se desenvolver uma análise do caso da gestão de resíduos que é feita na região de Flandres na Bélgica. De acordo com Allen (2012) a região de Flandres é a mais desenvolvida na área de gestão de resíduos deste país, tornou-se a vanguarda da gestão de resíduos no âmbito da União Europeia e tem uma das maiores taxas de recuperação de resíduos da Europa – cerca de três quartos dos resíduos residenciais gerados na região são reutilizados, reciclados ou compostados. A região também conseguiu o feito de estabilizar a sua geração de resíduos.

A figura 3.1 apresenta a representação geográfica da região de Flandres, que está localizada na parte norte da Bélgica. Bruxelas, a capital do país, é uma região autônoma, mas se localiza geograficamente em Flandres. A região de Flandres é dividida em 5 províncias, cada uma com uma cidade principal. São elas: Província de Antuérpia (Antuérpia), Limburgo (Hasselt), Flandres Oriental (Gante), Flandres Ocidental (Bruges) e Brabante Flamengo (Lovaina).



Figura 3.1 - Região de Flandres

Fonte: Adaptado de (Flanders.be, 2019)

É notável a posição de destaque que a Bélgica tem na Europa na gestão de resíduos, o país já atingiu as metas da União Europeia para desvio de resíduos biodegradáveis da Diretiva de Aterro

da UE e as metas para reciclagem de 50% dos RU da Diretiva de Resíduos da UE. O país tem uma das maiores taxas de deposição de resíduos em aterros da Europa, o que parece ter sido uma medida eficiente para o desvio dos resíduos do aterro para a reciclagem. Além disso, faz uso de uma gama de instrumentos de política (que incluem a coleta seletiva obrigatória, subsídios para centros de reutilização, esquemas PAYT, responsabilidade alargada do produtor) no intuito de levar a gestão de resíduos ainda mais longe na hierarquia de resíduos (prevenção e recuperação de materiais), embora essas políticas de gestão de resíduos não sejam uniformes entre as 3 regiões que dividem o país: Bruxelas, Flandres e Valônia (Gentil, 2013).

A análise do caso de estudo tem o seu foco sobre instrumento econômico *Pay-as-you-throw* (PAYT), que tem por objetivo atingir uma mudança comportamental a nível individual, buscando reduzir a geração de resíduos e aumentar a reciclagem (triagem) de materiais. Conforme foi visto na revisão de literatura, dentre as ferramentas que existem para gestão de resíduos urbanos na atualidade, o sistema *Pay as you throw* é o instrumento econômico que mais aparece em cena atualmente tendo exemplos de implementação em 19 Estados-Membros da União Europeia.

### **3.1 Metodologia do caso de estudo**

#### **3.1.1 Fonte dos dados de performance da gestão de resíduos em Flandres e Leuven**

Os dados de performance de gestão de RU em Flandres relatados neste caso de estudo são disponibilizados pela OVAM (Agência de Resíduos Públicos de Flandres). A OVAM publica relatórios anuais de acompanhamento da gestão de resíduos domésticos e resíduos de atividades comerciais semelhantes na região de Flandres. O ano de referência para os dados deste estudo é 2017. Esse relatório faz parte do "Plano de Implementação de resíduos domésticos e resíduos de atividades comerciais semelhantes" para o período de 2016 a 2022. O relatório fornece uma visão geral dos resíduos doméstico coletado através do circuito municipal, e aponta as diretrizes e as estatísticas alcançadas na região em termos de prevenção, de reutilização, de coleta seletiva e de deposição final de resíduos. Também há referências na literatura científica sobre a gestão de RU em Flandres.

Toda a região de Flandres tem um sistema PAYT que funciona dentro de determinadas diretrizes e normas, com algumas variações de modo de operação entre as diversas localidades da área. A descrição detalhada do sistema PAYT será sobre o sistema de cobrança que funciona na sub-região de Brabante Flamengo Leste, gerido pela empresa Ecowerf (Companhia Ambiental Intermunicipal de Leste de Brabante). Os dados referentes ao sistema PAYT de Brabante Flamengo Leste, estão publicados na página web da Ecowerf, que divulga um relatório anual com uma visão geral da performance de funcionamento do seu sistema de gestão de resíduos. Por fim, dentro da área de atuação da Ecowerf, Leuven foi a cidade escolhida para ser analisada, e o sistema aqui descrito se aplica a região do centro histórico da cidade. A cidade de Leuven também disponibiliza em sua página web relatórios de performance anuais de gestão em que constam os seus índices alcançados na gestão de RU.

### 3.1.2 Avaliação do sistema PAYT

Para fazer a análise de resultados e avaliar a performance e a contribuição do sistema PAYT para a gestão de RU em Flandres, mais especificamente para o caso de Leuven, escolheu-se analisar os aspectos que a seguir estão listados juntamente com a justificativa para sua escolha.

Os aspectos a serem avaliados serão:

a) **Eficácia Ambiental:** que é a habilidade de se atingir as metas ambientais estabelecidas.

Neste trabalho serão analisados seguintes índices para cidade de Leuven: taxa de coleta seletiva, taxa de resíduos coletados indiferenciadamente, taxa de desvio de resíduos de aterro, taxa de resíduos incinerados. Escolheu-se avaliar esse aspecto pois o que foi observado na revisão de literatura é que o uso do sistema PAYT, resultou em muitos casos de estudo na diminuição da quantidade de resíduos gerados e no aumento da quantidade de resíduos coletados seletivamente, portanto é um aspecto de grande importância para se avaliar.

b) **Articulação com outros instrumentos e políticas:** Integração em um plano maior com alternativas, outros instrumentos econômicos e políticas ambientais.

Escolheu-se avaliar esse aspecto, pois a partir da revisão da literatura foi possível ver que os instrumentos econômicos devem ser aplicados em conjunto para que se tenha maiores possibilidades de melhorar a gestão de resíduos, visto que nenhum instrumento tem a capacidade de resolver todos os problemas que existem em gestão de resíduos urbanos.

c) **Legitimidade (Aceitação dos usuários):** Participação, aceitabilidade e percepção dos usuários do sistema.

Esse aspecto é a ênfase desse estudo pois acredita-se que a aceitação dos usuários é um fator crítico para o sucesso de um sistema de gestão de resíduos, uma vez que sem a colaboração da população não há possibilidade de ocorrer melhoria alguma na performance do sistema. Portanto, buscou-se observar qual é a opinião da população residente de Leuven sobre o sistema PAYT que funciona na cidade.

### 3.1.3 Inquérito com os residentes de Leuven

A fim de preencher as lacunas potenciais dos dados secundários sobre o critério de avaliação do sistema PAYT em Leuven (que parte da perspectiva dos usuários) e de ratificar a sua credibilidade e a sua precisão, foram realizadas entrevistas com residentes da cidade. Para o inquérito foram elaboradas perguntas baseadas na revisão de literatura sobre o sistema PAYT e nas particularidades do sistema de gestão de resíduos gerido pela empresa Ecowerf e que funciona em Leuven, conforme os dados que foram levantados no caso de estudo.

Foram 3 dias de pesquisa de campo, no intuito de observar o funcionamento e a percepção do usuário sobre o sistema PAYT na cidade de Leuven. Foram realizadas entrevistas face a face por meio de questionário no parque Sint-Donatus, que fica na zona central da cidade (modelo de questionário no Apêndice A) e foi criada uma versão eletrônica do mesmo questionário (feita pelo software Qualtrics)



que foi divulgada via Facebook. Primeiramente, era relatado aos respondentes que o objetivo do trabalho seria avaliar a opinião sobre a gestão de resíduos no geral na cidade e sobre o uso do sistema de sacos pré-pagos (PAYT). No capítulo 4 deste trabalho (Análise de Resultados) serão apresentados os resultados obtidos na coleta de dados.

O levantamento foi efetuado com 105 pessoas. Para escolha da população amostral da pesquisa foi definido, por conveniência, realizar um estudo não-probabilístico. A representatividade da amostra não foi a preocupação desse estudo, já que o objetivo é analisar um fenômeno, ampliar o conhecimento na área e não extrapolar os resultados para a população ou fazer inferência estatística acerca da temática discutida.

### 3.1.4 Análise SWOT

A ferramenta análise SWOT ou FOFA, que é um acrônimo de Forças (Strengths), Fraquezas (Weaknesses), Oportunidades (Opportunities) e Ameaças (Threats), foi escolhida para integrar a análise de resultados do caso de estudo porque é uma ferramenta muito simples que pode ser utilizada para analisar praticamente qualquer coisa, sendo principalmente utilizada como apoio para a gestão e para o planejamento estratégico de uma organização, de um plano, entre outras utilizações.

## 3.2 Panorama geral da gestão de resíduos na região de Flandres

A OVAM (Agência de Resíduos Públicos de Flandres) foi fundada em 1981 e é a autoridade responsável pela gestão de resíduos em Flandres. Esta agência aplica o sistema PAYT em seu território em colaboração com os seus municípios ou associações de municípios desde a década de 90. Atualmente, os 308 municípios flamengos têm autonomia para gerir os seus resíduos urbanos e a maior parte deles optou por se agrupar em associações para ministrar esses serviços coletivamente. Existem atualmente 27 associações intermunicipais de gestão de resíduos na Flandres (OVAM, 2019b).

A região de Flandres tem uma longa história de planos de gestão de resíduos, onde o primeiro foi iniciado em 1986 e durou até 1990. Esse plano introduziu taxas nos processos de deposição em aterros e de incineração de resíduos, e introduziu a recolha seletiva de resíduos secos (Gentil, 2013). Segundo Hoogmartens et al. (2016) a taxa de deposição em aterro na região de Flandres foi introduzida em 1990, com um valor padrão de 10 € por tonelada de resíduo e com alguma diferenciação em função do tipo de resíduo depositado. O segundo plano (1991 e 1995) teve como ênfase, especificamente a recolha seletiva de resíduos (resíduos orgânicos e resíduos secos) com o objetivo geral de contribuir para a prevenção de resíduos, a reciclagem e a recuperação de materiais. Foi nesse plano que a incineração de resíduos com recuperação de energia foi escolhida como forma de destinação final de resíduos, em vez de aterramento (Gentil, 2013).

O sistema PAYT foi implementado na década de 90 e projetos-piloto foram executados em alguns municípios da região Flamengo. A implementação do PAYT foi acelerada devido à opinião dos cidadãos em relação à incineração e à deposição de resíduos em aterros na sua vizinhança. A primeira técnica implementada foi a cobrança por adesivo ou por saco de lixo que eram vendidos na prefeitura

e em lojas autorizadas. Posteriormente, os sistemas baseados no peso dos resíduos indiferenciados e dos resíduos orgânicos foram introduzidos (Regions for Recycling, 2014).

O plano de gestão de resíduos de 1997 a 2002 estabeleceu metas de geração de resíduos indiferenciados em Flandres (de 225 kg per capita em 1998 para 220 kg per capita em 2001), estabeleceu também a obrigatoriedade da coleta seletiva. O plano de 2003 a 2007 recomendou metas mais rígidas a alcançar acerca dos resíduos indiferenciados gerados na região de Flandres, de 180 kg per capita em 2003 para 150 kg per capita em 2007. O plano de 2008 a 2015 continuou com a meta de 150kg per capita de resíduos indiferenciados por pessoa por ano na região de Flandres e incluiu as metas de 75% de coleta seletiva (Allen, 2012; Gentil, 2013)

O plano de atual, implementado em 2016 e com vigência até 2022, abandona a ideia de uma meta única de resíduos indiferenciados para a totalidade de Flandres e em vez disso, adota uma abordagem personalizada às autoridades locais. O plano visa alcançar onze alvos distribuídos em dezesseis agrupamentos de municípios que são semelhantes do ponto de vista socioeconômico, com metas diferenciadas. O plano de implementação impõe novas metas para prevenção de resíduos, reutilização, despejo ilegal e resíduos industriais em Flandres (OVAM, 2017).

O relatório de gestão dos resíduos domésticos e resíduos comerciais semelhantes de 2017 da OVAM confirma a tendência positiva de Flandres, que continua a reduzir as quantidades de resíduos domésticos que são geradas. A média de produção de resíduos domésticos para 2017 foi de 469,4 kg por habitante por ano, o que representa 18,6 kg a menos da quantidade observada no ano anterior (488,01 kg por habitante no ano de 2016). Quase um quarto (4,34kg) dessa diminuição no montante total (18,6kg) foi devido à redução na quantidade de resíduos indiferenciados coletados. Em comparação com média geral de produção de resíduos em toda a União Europeia (486 kg por habitante por ano), a média de Flandres de 469,4 kg por habitante por ano é menor. A figura 3.2 apresenta a performance do sistema de recolha de resíduos em Flandres de 2013 a 2017, com as quantidades em quilogramas por habitante por ano (OVAM, 2018).

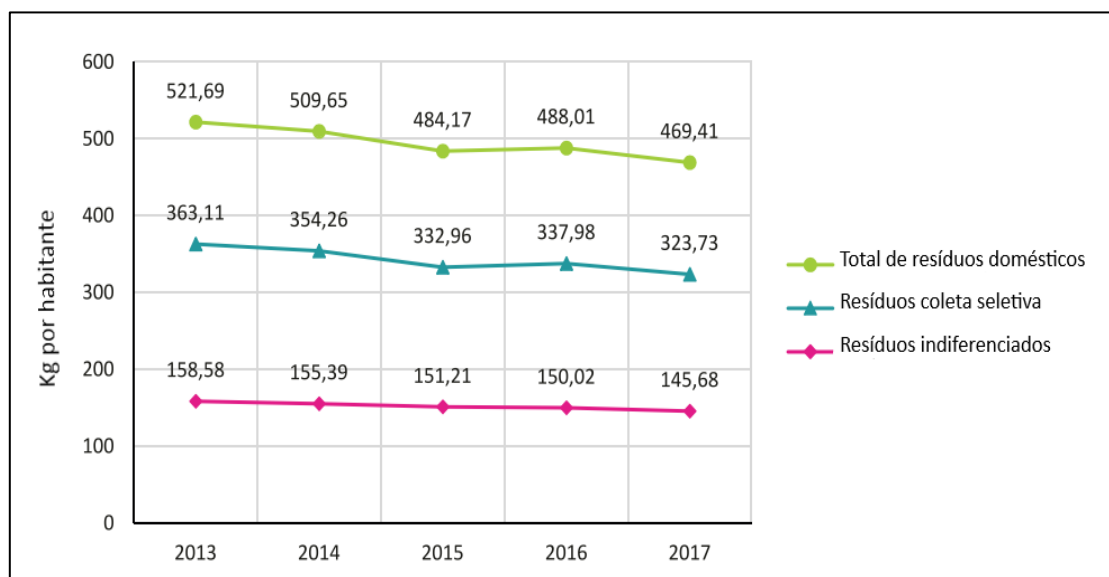


Figura 3.2 - Evolução do volume dos RU produzidos em Flandres (2013-2017)

Fonte: Adaptado de (OVAM, 2018)

Podemos observar a evolução da quantidade total de resíduos domésticos coletados (que inclui os resíduos comerciais semelhantes), da quantidade de resíduos recolhidos seletivamente e da quantidade de resíduos recolhidos indiferenciadamente em Flandres no período de 2013 a 2017. Podemos notar na figura 3.2 uma tendência contínua e decrescente para as frações de resíduos coletados seletivamente e indiferenciadamente, e podemos notar a diminuição na quantidade total de resíduos produzidos. A queda na quantidade de resíduos indiferenciados foi de 4,34 kg em comparação com 2016, isso aconteceu devido aos esforços que foram feitos pelo governo Flamengo para aprimorar o seu sistema de gestão de resíduos (OVAM, 2018).

Em quase metade dos municípios flamengos, foram introduzidos sistemas PAYT com cobrança associada ao peso dos resíduos, tanto na recolha porta-a-porta como nos centros de reciclagem. Em 2017, miniparques móveis de reciclagem também foram introduzidos em 14 municípios, o que permitiu atrair grupos-alvo que anteriormente eram menos acessíveis para a coleta seletiva de resíduos. Por fim, o aumento da coleta seletiva de plásticos (sistema especial de coleta de plásticos macios e plásticos duros) e de têxteis também contribuiu para a queda do valor dos resíduos indiferenciados (OVAM, 2018).

Flandres atingiu em 2017, um índice de 69% de coleta seletiva para resíduos domésticos. Deste percentual, 65,6% dos resíduos foram diretamente para reutilização ou um estabelecimento para reciclagem (44,3%) ou compostagem (21,3%). O restante dos resíduos recolhidos seletivamente (3,4%) foi para incineração ou aterros porque a reciclagem não era possível ou desejável (e.g. resíduos contendo amianto, resíduos do processo de reciclagem). Os resíduos coletados indiferenciadamente (31%) foram principalmente para incineradores. Uma pequena parte foi para uma usina de separação mecânico-biológica, para compostagem (resíduos verdes nos resíduos municipais), para reciclagem (metais selecionados nos resíduos indiferenciados) ou para aterros (OVAM, 2018).

Na figura 3.3 temos representado o diagrama do fluxo que exhibe o caminho do processamento dos resíduos domésticos recolhidos seletivamente e indiferenciadamente na região de Flandres em 2017.

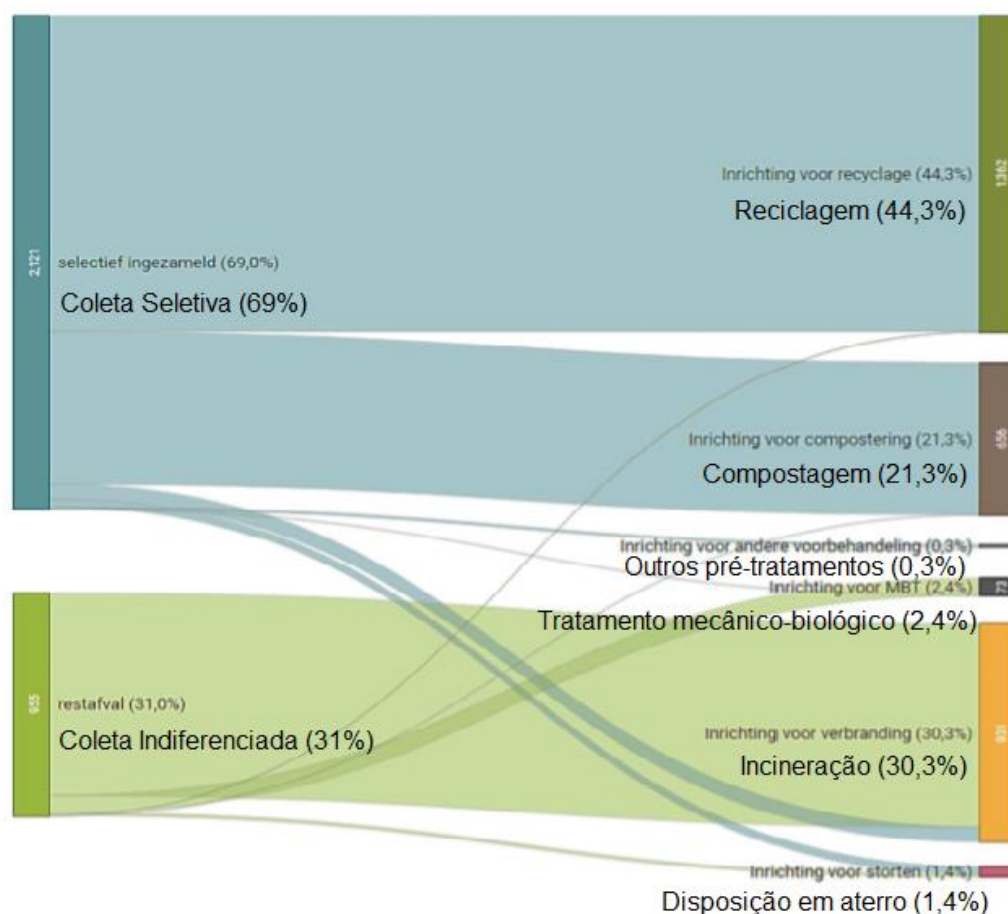


Figura 3.3 - Fluxograma de RU para Flandres em 2017

Fonte: (OVAM, 2018)

Na região de Flandres, os municípios ou associações responsáveis pela recolha de resíduos podem decidir voluntariamente por adotar sistema de precificação baseado em sacos pré-pagos (que podem ser comprados em supermercados e pontos de venda oficiais) ou sistemas mais sofisticados de contentores com *chips* eletrônicos que cobram de acordo com o peso dos resíduos (De Jaeger & Eyckmans, 2015). Conforme citado anteriormente pelos autores Puig Ventosa & Jofra Sora (2013), os sistemas de pagamento por peso são tecnicamente mais complexos que os sistemas de pagamento por volume (sacos pré-pagos). Além disso, o custo operacional dos sistemas de cobrança por peso é maior.

A administração municipal ou a associação intermunicipal que faz a gestão dos resíduos é responsável também pela escolha da forma de financiamento do sistema de coleta: com recursos próprios, com um imposto fixo e com um custo variável (incluindo outras taxas). O custo variável refere-se as tarifas cobradas pelas coletas das diferentes frações de resíduos e existem valores mínimos e máximos que podem ser cobrados, a seguir serão descritos quais são os parâmetros de cobrança de tarifas aconselhados pela OVAM em vigor em 2019. As frações de resíduos indiferenciados podem ter uma tarifa variável entre 0,75 e 2,25 euros para um saco de lixo de 60 litros ou entre 0,10 e 0,30 euros se a cobrança for por quilograma. A tarifa para frações de resíduos do tipo PMD (Embalagens de plástico, embalagens de metal e embalagens Tetra Pak) pode ficar entre 0,125 e 0,25 euros por saco.

Para resíduos volumosos, o máximo que pode ser cobrado é de 0,30 euros por quilograma no parque de reciclagem ou 0,60 euros por quilograma para coleta domiciliar. Os municípios têm autonomia para determinar as taxas para os resíduos orgânicos, resíduos verdes, resíduos de entulho e construção contaminados. Além do preço de custo variável, o município ou a empresa intermunicipal também pode cobrar custos fixos por coleta ou na entrega no parque de reciclagem (OVAM, 2019a).

O governo flamengo aconselha que os gestores de resíduos dos municípios ou associações de municípios não cobrem tarifas sobre os resíduos de papel e papelão, de garrafas vidro transparente (branco ou colorido), mas isso não é obrigatório. Os resíduos de metais e resíduos têxteis também são geralmente coletados de forma gratuita. Para pneus usados, existem várias possibilidades como por exemplo, devolução no ponto de venda ou entrega um parque de reciclagem. Os seguintes resíduos domésticos também devem ser recolhidos gratuitamente: resíduos de cimento contendo amianto (uma quantidade limitada), pequenos resíduos perigosos, baterias, óleo mineral, gorduras e óleos para fritar usados, lâmpadas fluorescentes, detectores de fumaça, resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (OVAM, 2019a).

Conforme relatado anteriormente, os índices de reciclagem para 2017 na região de Flandres foram de 69% dos resíduos domésticos, das frações de resíduos domésticos coletadas seletivamente (incluindo os resíduos industriais comparáveis coletados pelos órgãos municipais e administrativos) pode-se observar que as maiores frações de resíduos que apareceram na coleta seletiva foram os resíduos verdes (19.7%), seguidos pelos resíduos de papel e papelão (19.2%), os resíduos de construção e demolição (16,1%) e os resíduos orgânicos de cozinha e jardim (GFT) (12,4%). Essas quatro frações juntas representam mais de dois terços do peso total dos resíduos coletados seletivamente na região de Flandres para o ano de 2017. A seguir aparece a fração embalagens de vidro (9%), seguida pelos resíduos de madeira (8,3%), pelos resíduos PMD (4,5%), pelos REEE (3,3%) e pelos resíduos têxteis (2,5%). A fração denominada “outros” (5%) é composta por resíduos de plásticos misturados (exceto PMD), metais misturados (exceto PMD), resíduos perigosos, vidro plano, pneus de carro, medicamentos e resíduos de animais. A representação gráfica 3.4 apresenta a composição percentual (em peso) por tipo dos resíduos domésticos coletados seletivamente em Flandres no ano de 2017, incluindo os resíduos industriais comparáveis (Vervaet et al., 2017).

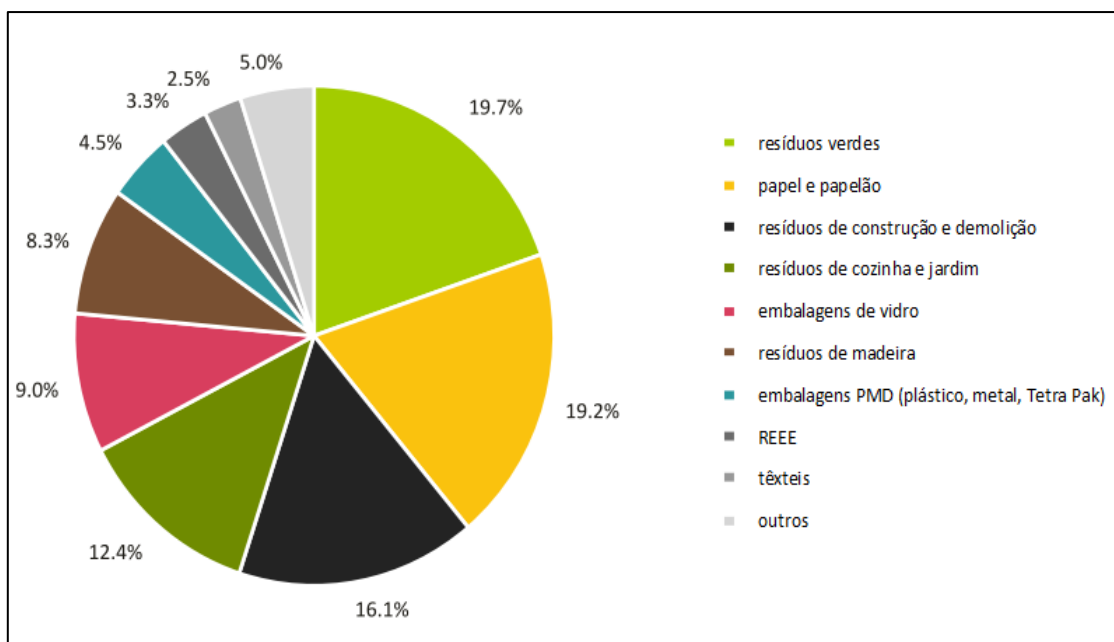


Figura 3.4 – Composição dos RU coletados seletivamente em Flandres (2017)

Fonte: Adaptado de (Vervaet et al., 2017)

Para melhor gerir os resíduos orgânicos, a região de Flandres criou a Vlaco, que é uma associação entre o governo de Flandres (OVAM e empresas intermunicipais) e empresas que processam resíduos orgânicos-biológicos. A Vlaco tem mais de 80 membros afiliados, incentiva a prevenção de resíduos orgânicos, promove a compostagem em todos os níveis, certifica compostos e atua como uma entidade de referência e assistência em materiais de resíduos orgânicos. Em 2017, a Vlaco produziu e vendeu quase 430.000 toneladas de composto, sendo que cerca de 324.000 toneladas eram de adubo verde (feito a partir de resíduos verdes) e aproximadamente 110.000 toneladas de composto orgânico (feito a partir de resíduos orgânicos GFT) (Vlaco, 2018).

Uma inovação recente foi introduzida nas regras de triagem para resíduos de vegetais, de frutas e de jardinagem (GFT), desde 1 de janeiro de 2019. O objetivo é aumentar os índices de coleta seletiva de GFT, expandindo o tipo de frações de orgânicos que podem entrar no recipiente de lixo GFT. Anteriormente, não eram permitidos no GFT os restos de carne, a comida cozida, os ovos, laticínios. Agora, quase todo tipo de resíduo da cozinha é permitido no recipiente de lixo orgânico, salvo algumas exceções: conchas de mexilhões, líquidos e molhos, ossos, miudezas, saquinhos de chá. A tecnologia tratamento de resíduos orgânicos foi adaptada para poder incluir subprodutos de origem animal e as instalações de processamento tiveram que ser adaptadas (Vlaco, 2018).

Há uma receita gerada pelo que os cidadãos pagam quando utilizam o sistema de gestão de resíduos municipal baseado *Pay As You Throw*. Entretanto, essas receitas não são suficientes para cobrir todos os custos de gerenciamento de resíduos. Em Flandres esses custos são pagos com os impostos e com os subsídios que a OVAM dá para os municípios e associações intermunicipais investirem na gestão de resíduos. Houve muitos subsídios ao longo dos anos, pelo menos 50 milhões de euros (Regions for Recycling, 2014). Em 2009, 5,5 milhões de euros foram fornecidos como subsídios para construir centros de descarte e plantas de compostagem, implementar os sistemas

PAYT, entre outras atividades (Allen, 2012).

Juntamente com o sistema PAYT, muitas ações e outros instrumentos têm sido usados na região para levar a gestão de resíduos ainda mais longe na hierarquia de resíduos (prevenção e reutilização de materiais). Por exemplo, Flandres investiu na promoção da separação obrigatória na fonte, nos subsídios para centros de reutilização, reciclagem e compostagem, na responsabilização dos produtores, na tarifação dos resíduos encaminhados para os aterros e para a incineração, na consciencialização da população para desestimular o desperdício. A medida que o programa amadureceu, a região desenvolveu um sistema bem coordenado de políticas municipais, regionais e nacionais que apoiam a gestão descentralizada de resíduos com foco na prevenção (Allen, 2012; Gentil, 2013).

Dentre as políticas feitas pela OVAM podemos destacar o plano de ação Flandres Circular, que tem por objetivo apoiar projetos de economia circular inovadores. Com o auxílio de subsídios e financiamentos a ação quer incentivar parcerias de governos locais, empresas, organizações e cidadãos. Há 2 dois tipos de projetos:

- Cidade circular: Um projeto que visa promover a utilização de matérias-primas, materiais, energia, água, espaço e comida de forma mais eficiente, buscando formas inteligentes de fechar os ciclos;
- Empreendedorismo circular: Um projeto que visa incentivar as novas tecnologias, ferramentas ou modelos de negócios de economia circular(OVAM, 2019c);

O plano Flandres Circular financia até 80% de um projeto, com um máximo de 100.000 euros. Foram concedidos os financiamentos de 68 projetos em 2018, que juntos representaram 6,11 milhões de euros. Um dos projetos financiados foi o Babytheek, um sistema de empréstimo de itens de bebê que os pais precisam apenas por um curto período (e.g. berço de viagem, banheira de bebê, travesseiro de amamentação). Esse negócio busca otimizar a utilização de materiais de forma inteligente, aumentando a vida útil desses itens e reduzindo a necessidade de novas matérias primas para a fabricação deles(OVAM, 2019c).

O governo Flamengo lançou em fevereiro de 2018 uma ferramenta online gratuita chamada TOTEM que é útil para arquitetos e desenvolvedores de projetos estarem cientes do impacto ambiental que os materiais usados em seus projetos geram. Essa ferramenta apresenta soluções criativas para tornar as construções mais sustentáveis, otimizar o consumo de energia, medir o impacto dos materiais de construção que serão utilizados. A OVAM juntamente com a KU Leuven, o instituto de pesquisa VITO, o Centro Científico e Técnico da Construtora (WTCB) e a região de Bruxelas e de Valônia desenvolveram essa ferramenta. A TOTEM calcula os índices de impacto baseada em dezessete indicadores e faz uma análise de ciclo de vida (ACV). Os indicadores incluem: as emissões de dióxido de carbono, a acidificação, a formação de poeira fina, o esgotamento das matérias-primas causadas pelo uso do material, os custos ambientais para a manutenção de certos materiais. Desde o seu lançamento, a ferramenta teve registro de uso por mais de 1100 arquitetos(OVAM, 2019c).

A Responsabilidade Alargada do Produtor (RAP) é um instrumento econômico obrigatório de acordo com a Legislação da região de Flandres para os produtores, importadores e revendedores de determinados artigos. Estas obrigações aplicam-se a: pilhas, baterias, acumuladores, veículos, pneus,

equipamento elétricos e eletrônicos, óleos lubrificantes e industriais, lâmpadas, gorduras e óleos animais e vegetais e medicamentos. Os produtos têm uma taxa incluída no preço de compra pago pelo usuário, que cobre o custo de descarte do produto. No caso das pilhas e baterias, por exemplo, uma taxa extra é cobrada na venda de cada bateria (0,12 €) para financiar o sistema e depois de usadas as mesmas podem ser descartados de forma gratuita em pontos de recolha colocados em lojas, escolas e edifícios públicos (Allen, 2012).

Na maioria dos casos são organizações sem fins lucrativos (PROs) que lidam com o processo logística reversa desses artigos. Em Flandres, no caso das baterias portáteis e industriais a BEBAT é a organização responsável por gerir esse serviço e no caso das baterias automotivas temos a organização Recybat como responsável. O esquema de coleta promovido pela BEBAT está em operação desde 1º de janeiro de 1996. Atualmente existem mais de 24.000 pontos de coleta ativos para resíduos de baterias portáteis e industriais, localizadas em supermercados, lojas, escolas, empresas e centros de recolha resíduos domésticos. Todos os usuários finais podem descartar baterias nos locais de coleta gratuitamente (e sem obrigação de compra). A Recybat que faz gestão de baterias e acumuladores de veículos usados em Flandres, é responsável pela coleta e o tratamento de baterias de partida de chumbo (com valor comercial). Já para as baterias de partida de lítio (sem valor comercial), a Recybat tem uma parceria com a BEBAT para a recolha e reciclagem (European Commission, 2018)

Para os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE), a organização responsável é a Recupel, ela do sistema de recuperação, desde o seu financiamento, passando pela execução e até a consciencialização. Faz isso em estreita colaboração com os comerciantes, as comunidades, as lojas de artigos de segunda mão, os governos regionais, os recicladores aprovados pela Recupel e os intercomunais. Para o ano de 2017, foram reciclados 80,72% dos materiais dos REEE, 11,80% foram incinerados com recuperação de energia, 0,69% foram incinerados sem recuperação de energia e 6,80% foram aterrados (European Commission, 2018).

Além disso, o governo flamengo conta com a Mooimakers, uma joint venture criada com o propósito de melhorar a gestão de resíduos e o despejo ilegal de resíduos em Flandres. Por meio de processos de coaching dirigidos aos municípios e as empresas intermunicipais, a Mooimakers pretende auxiliar a desenvolver e otimizar a gestão de resíduos existente. O processo de coaching dura três anos e introduz algumas medidas para: lidar com combate de pontos focais de descargas ilegais de lixo, otimizar os planos de varredura municipal, realizar mutirões de limpeza, desenvolver uma abordagem educacional e colaborativa com as escolas, implementar programa de voluntariado, criar ou otimizar sistema de relatórios para os municípios, realizar de pesquisas de opinião com os cidadãos (OVAM, 2019d).

### **3.3 Descrição do sistema PAYT em Brabante Flamengo Leste (Ecowerf)**

Neste subcapítulo, analisaremos o funcionamento do sistema PAYT na região de Brabante Flamengo, com o exemplo de aplicação do sistema na cidade de Leuven, que é a capital da região. A Ecowerf é a empresa responsável pela gestão dos resíduos na região e ela é o resultado de uma parceria entre 27 municípios, têm personalidade jurídica própria e auto-gestão. A empresa foi



estabelecida em 15 de dezembro de 2003, após a cisão da Interleuven. Os serviços da Ecowerf alcançam 421.000 habitantes.

Na região de Brabante Flamengo Leste, 27 municípios em colaboração com a Ecowerf, aplicam o princípio do "poluidor-pagador" na gestão dos seus resíduos. O sistema de partilha de custos é determinando pela quantidade de resíduos que os habitantes depositam no sistema de coleta de resíduos. Em 23 municípios geridos pela Ecowerf se aplica o princípio Diftar (que é a abreviação de tarifa diferenciada) para reduzir a quantidade de resíduos produzido. Não é o caso da cidade de Leuven, o local escolhido para caso de estudo.

Nesse sistema de cobrança Diftar, o valor da tarifa cobrado varia de acordo com o tipo de resíduo, o volume do contentor, a frequência de recolha, a quantidade em peso coletada e o tipo de utilizador (particular ou empresas equiparadas a particulares). O sistema Diftar pode ser usado para a recolha de resíduos em domicílio, onde cada habitação (ou prédio) tem o seu contentor, que é depois colocado na rua em dias pré-determinados. O sistema também funciona para a recolha de resíduos realizadas nos parques de reciclagem.

No âmbito da recolha porta-a-porta o sistema funciona da seguinte maneira: os residentes recebem um contentor cinza (para descartar os resíduos indiferenciados) e um contentor verde (para descartar os resíduos orgânicos de cozinha e de jardim). Todos os contentores recebem um adesivo com código de barras com o endereço do utilizador, um adesivo com as regras de classificação dos resíduos e um chip eletrónico. Além dos dados de endereço, esse chip também armazena todos os dados dos últimos 30 esvaziamentos com uma indicação do peso coletado. Podemos observar nas tabelas 3.1 e 3.2 os valores (em vigor em 2019) que se aplicam aos resíduos domésticos indiferenciados e aos resíduos domésticos orgânicos nos municípios que utilizam o sistema Diftar.

*Tabela 3.1 - Tarifário praticado Diftar - Resíduos Indiferenciados*

Contentor para resíduos indiferenciados	Valor por recolha (€)	Valor por quantidade em peso recolhido (€/kg)	Valor do aluguel do contentor para particulares (€)	Valor do aluguel do contentor para empresas equiparáveis (€)
40 litros	EUR 0,50	EUR 0,25 / kg	EUR 0,84 / mês	-
120 litros	EUR 0,50	EUR 0,25 / kg	EUR 0,84 / mês	EUR 1,84 / mês
240 litros	1 EUR	EUR 0,25 / kg	EUR 1,66 / mês	EUR 2,47 / mês
1.100 litros	5 EUR	EUR 0,25 / kg	EUR 4,58 / mês	7,07 euros / mês

*Fonte: Adaptado de (Ecowerf, 2019)*

*Tabela 3.2 - Tarifário praticado Diftar - Resíduos Orgânicos*

Contentor para resíduos orgânicos (GFT)	Valor por recolha (€)	Valor por quantidade em peso recolhido (€/kg)	Valor do aluguel do contentor para particulares (€)	Valor do aluguel do contentor para empresas equiparáveis (€)
40 litros	grátis	EUR 0,18 / kg	EUR 0,84 / mês	-
120 litros	grátis	EUR 0,18 / kg	EUR 0,84 / mês	EUR 1,84 / mês
240 litros	grátis	EUR 0,18 / kg	EUR 1,66 / mês	EUR 2,47 / mês

*Fonte: Adaptado de (Ecowerf, 2019)*

Existem 2 tipos de parques de reciclagem da Ecowerf, que além da recolha porta a porta também usam o sistema Diftar: Um parque baseado no peso onde é feita uma distinção entre frações pagas e frações livres. As frações pagas são pesadas e o pagamento é feito por kg e por fração. O outro parque baseado volume, onde se paga uma taxa de acesso com base no volume do veículo, independentemente do tipo de resíduos e da quantidade que é trazida.

Depois da introdução do sistema Diftar foi notória uma diminuição significativa na quantidade total de resíduos domésticos produzidos. A quantidade de resíduos recolhidos seletivamente, em particular a quantidade de papel e papelão coletada aumentou. A queda mais forte notada foi nos resíduos orgânicos. Isso ocorreu porque o número de famílias que optaram por compostar em casa seus próprios resíduos de vegetais, de frutas e de jardim aumentou, uma vez que, a Ecowerf em parceria com a Vlaco, promove campanhas e cursos direcionados aos cidadãos sobre compostagem doméstica a fim de estimular a prática e assim realizar o fechamento do ciclo biológico dos resíduos orgânicos em casa.

Outro aprimoramento que a Ecowerf introduziu no seu sistema em 2016, foi uma classificação adicional para plásticos. Além dos plásticos PMD (garrafas de plástico, embalagens de metal e embalagens de bebidas Tetra Pak) coletados no saco azul, criou-se a coleta de plásticos macios no saco rosa. Os plásticos macios incluem, portanto, todas as embalagens de plástico recicláveis para uso doméstico que não são permitidas no saco PMD, como por exemplo: sacos, sacolas, embalagens de remédio vazias, plástico bolha, potes, frascos (iogurte), plásticos duros menores que um balde de 10 litros, vasos de flores, bandejas de plantas, brinquedos (sem baterias ou sem parte eletrônica).

Graças à separação de plásticos PMD e macios, 9 quilogramas a mais de plástico podem ser reciclados por habitante por ano. Além disso, deixando os plásticos fora do saco de resíduos doméstico indiferenciados, é emitido 12% menos CO<sub>2</sub> durante a incineração dos resíduos indiferenciados. Isso significa 2,219 toneladas de CO<sub>2</sub> menos por ano. A companhia ainda oferece a recolha nos parques de reciclagem dos plásticos duros volumosos (canos, PVC, caixas, caixotes e baldes, vasos de flores, mobília de jardim, janelas, portas e persianas, brinquedos volumosos sem parte eletrônica). Pode observar-se na figura 3.5 o material educativo da Ecowerf com indicações de como triar corretamente os resíduos de plástico em suas 3 classificações: os plásticos macios (saco rosa), as embalagens PMD (saco azul) e os plásticos duros e volumosos (encaminhar aos parques de reciclagem).



*Figura 3.5 - Guia de classificação para plásticos – Ecowerf*

*Fonte: (Ecowerf, 2018b)*

No intuito de melhorar o processo de interação com os seus clientes, a Ecowerf criou um canal digital para os usuários do sistema DIFTAR estarem a par de seus resíduos. Para acessar o serviço, deve-se aceder o endereço eletrônico: [www.mijnecowerf.be](http://www.mijnecowerf.be). Através desse canal os clientes da Ecowerf podem verificar suas estatísticas sobre geração de resíduos, suas transações realizadas e os seus gastos. As informações personalizadas são úteis para informar os usuários de suas ações e são capazes de torná-los mais conscientes de seu comportamento.

### **3.4 Funcionamento do sistema PAYT em Leuven**

A cidade de Leuven, capital da região de Brabante Flamengo Leste, faz parte dos municípios atendidos pela Ecowerf e possui um sistema de coleta PAYT com a cobrança baseada em sacos pré-pagos para os principais fluxos de resíduos. O valor da tarifa varia de acordo com o tipo de resíduos, a tarifa mais cara é aplicada aos resíduos indiferenciados (saco marrom), seguida pelos resíduos orgânicos (GFT) (saco verde), plásticos macios (saco rosa) e, por último, as tarifas mais baixas são aplicadas as garrafas de plástico, embalagens de metal e embalagens de bebidas Tetra Pak (resíduos PMD)(saco azul). Além disso, algumas frações de resíduos têm coleta gratuita. Na figura 3.6 podemos ver o saco oficial da cidade de Leuven para a coleta de resíduos indiferenciados (saco marrom), o saco apresenta escrito no seu rótulo a instrução de não se depositar nele vidro, nem resíduos perigosos (KGA), nem papel e papelão e nem objetos pontiagudos.



Figura 3.6 – Saco de resíduos indiferenciados

Os serviços de coleta da Ecowerf contemplam a recolha em domicílio e contam também com 3 parques de reciclagem. Podemos ver na tabela 3.3 como funciona a cobrança das frações de resíduos mais comuns coletadas na cidade de Leuven. Os sacos, que podem ser comprados na prefeitura ou em supermercados, são vendidos em rolos de 10 ou 20 sacos, dependendo do caso.

Tabela 3.3 – Tarifário praticado na cidade de Leuven

Tipo de resíduo	Preço por saco pequeno (30L)	Preço por saco grande (60L)
Indiferenciado – saco marrom	€ 1,12	€ 2,25
Orgânico (GFT) – saco verde	€ 0,50	€ 1,00
Plástico macio – saco rosa	€ 0,25	-
Plástico (PMD) – saco azul	€ 0,15	-
Vidro	Grátis	-
Papel e papelão	Grátis	-

Fonte: Adaptado de (Katholieke Universiteit te Leuven, 2018)

A coleta em domicílio é feita para resíduos indiferenciados, orgânicos, plásticos (PMD e macios) e papel e papelão. O papel e papelão devem ser colocados nos mesmos dias de coleta dos resíduos PMD e devem ser descartados em caixas ou amarrados. O vidro deve ser levado até um dos contentores coletivos de vidro localizados pela cidade. A fração de resíduos orgânicos, em algumas partes da cidade, está sendo coletadas em pequenos recipientes verdes em vez dos sacos. A cidade também oferece soluções de compostagem doméstica e vende recipientes para compostagem a preços acessíveis (os preços dos compostores variam entre € 5 e €7,50) (Stad Leuven, 2019a). Além disso, é possível encontrar compostores coletivos pela cidade, como este que está ilustrado na figura 3.7, que se encontra em um dos Campus da Universidade KU Leuven (Department of Earth &

Environmental Sciences).



*Figura 3.7– Compostor coletivo*

*Fonte: Arquivo pessoal*

Os pequenos resíduos perigosos como pilhas e baterias devem ser levados para supermercados e depositados nas caixas verdes fornecidas especialmente para essa função. Medicação expirada ou não usada pode ser levada para qualquer farmácia para ser descartada. Outros resíduos domésticos perigosos, como restos de produtos de limpeza, óleo de cozinha usado, cosméticos, tinta, solvente, devem ser levados para um parque de reciclagem. A figura 3.8 mostra um ponto de recolha de óleos de fritura usados no parque de reciclagem (Oliobox).



*Figura 3.8 – Ponto de recolha de óleos usados em parque de reciclagem (Oliobox)*

*Fonte: Arquivo pessoal*

Resíduos elétricos e eletrônicos como frigoríficos, congeladores, máquinas de lavar e secar, televisores, computadores, equipamento de cozinha, equipamento de luz, lâmpadas fluorescentes compactas, celulares podem ser devolvidos nas lojas ao se comprar novos equipamentos. Caso não se for comprar um novo equipamento, deve-se encaminhar o equipamento quebrado para o parque de reciclagem. Se o equipamento estiver em estado de uso pode ser entregue gratuitamente no centro de



reciclagem ou ser agendada uma recolha também gratuitamente. Na pesquisa de campo foi feita uma visita a um dos parques de reciclagem da Ecowerf, onde pode-se observar pontos de recolha de equipamentos elétricos e eletrônicos, de baterias e de óleos de fritura usados. A figura 3.9 ilustra os *containers* de recolha Bebat e Recupel.



Figura 3.9 – Pontos de Recolha em parque de reciclagem (Bebat e Recupel)

Fonte: Arquivo pessoal

Resíduos têxteis podem ser encaminhados para um dos contentores têxteis em espalhados pela cidade de Leuven. Coletam-se sapatos, roupas, bolsas, lençóis, cobertores, toalhas. O centro de reciclagem também recolhe têxteis. Resíduos domésticos grandes (tudo aquilo que não pode ser colocado em sacos de lixo regulares e que não é reutilizável) devem ser empacotados e podem ser recolhidos pelo serviço da prefeitura mediante agendamento e pagamento de uma tarifa de 25 euros pelo transporte mais uma taxa fixa por peça para serem encaminhados ao parque de reciclagem.

Nos parques de reciclagem é possível a entrega gratuita das seguintes frações: Dispositivos com um cabo ou baterias, resíduos de amianto, pequenos resíduos perigosos, lâmpadas fluorescentes, plásticos macios: em bolsa rosa com logótipo Ecowerf. Pagando-se uma tarifa variável é possível entregar: gesso, cal, resíduos verdes de jardim, lixo volumoso, bens reutilizáveis, cerâmica, cortiça, sucata, papel e papelão, restos de madeira, entulhos de construção.

Em comparação com outras cidades, Leuven tem números muito bons com gestão de resíduos e seu volume total de resíduos produzidos vêm caindo há anos. Em 2017, Leuven (com a população 100.414 mil habitantes) teve a média de 108,5 kg de resíduos indiferenciados por ano por habitante, o que está bem abaixo da média flamenga de 152 kg de resíduos indiferenciados por ano por habitante. A fração indiferenciada é coletada em Leuven nos sacos de lixo marrons (também o lixo volumoso e o lixo dos contentores de resíduos públicos estão incluídos nessa fração). Em 2017, foram recolhidas 10.899 toneladas de fração indiferenciada. Isto representa uma queda de 7,1% em relação a 2016 (834 toneladas a menos). A principal razão para este decréscimo foi a recolha de 624 toneladas de plásticos macios (463 toneladas na coleta porta a porta e 161 toneladas no parque de reciclagem) nos sacos cor de rosa que custam menos que os sacos marrons.

Em 2017, em Leuven 26.187 toneladas de resíduos foram coletadas seletivamente. Isso representa um total de 70,6% dos resíduos domésticos sendo coletados seletivamente e devolvidos

como matéria-prima usada, enquanto uma parcela de 29,4% dos resíduos domésticos foi incinerada com valorização energética.

O volume total de resíduos (fração indiferenciada e todas as frações seletivas) foi de 37,1 milhões de kg (1.636 toneladas a menos que no ano anterior). Esse valor corresponde a 369,3 kg de resíduos produzidos por habitante por ano, enquanto isso, a média de Flandres para o mesmo ano foi de 469kg de resíduos produzidos por habitante por ano. A tabela 3.4 apresenta a compilação dos dados sobre a quantidade de resíduos domésticos coletados na cidade de Leuven entre 2013 e 2017.

*Tabela 3.4 - Coleta de Resíduos Domésticos de 2013 a 2017 em Leuven (em kg)*

	2013	2014	2015	2016	2017
<b>I. Coleta indiferenciada</b>	12.645.760	12.037.460	11.869.063	11.733.200	10.898.500
% em relação ao ano anterior	-1,35%	-4,81%	-1,40%	-1,14%	-7,11%
<b>II. Coleta seletiva</b>	26.540.822	26.686.818	26.616.900	26.988.740	26.187.099
a) parques de reciclagem	6.600.708	6.941.725	7.167.047	7.494.425	6.518.855
b) papel e papelão	6.253.340	5.660.580	5.919.580	5.734.260	5.774.620
c) resíduos GFT	6.640.320	7.001.320	6.597.480	6.732.420	6.732.500
d) vidro	3.436.765	3.424.690	3.387.683	3.122.995	2.965.817
e) plástico PMD	1.416.711	1.407.311	1.389.031	1.375.668	1.348.284
f) resíduos de poda	292.880	313.900	286.580	361.380	278.960
g) Perigosos (parques de reciclagem)	163.350	153.471	168.849	158.012	159.277
(coleta carro móvel)	11.755	-	-	-	-
h) centro de reciclagem	1.413.354	1.446.393	1.479.295	1.641.038	1.581.953
i) coletores particulares de têxteis	311.639	337.428	221.355	368.542	364.003
j) plásticos macios	-	-	-	-	462.830
<b>III Resíduos totais (I + II)</b>	39.186.582	38.724.278	38.485.963	38.721.940	37.085.599
% em relação ao ano anterior	-2,14%	-1,18%	-0,62%	0,61%	-4,23%
% coletado seletivamente	67,73%	68,91%	69,16%	69,70%	70,61%

*Fonte: Adaptado de (Stad Leuven, 2018)*

A partir da tabela 3.4 podemos identificar que, na série histórica de dados, Leuven vem reduzindo as suas quantidades totais de resíduos coletados indiferenciadamente e também vem reduzindo as quantidades totais de resíduos que são geradas, o que é um bom indicio de que o sistema PAYT está funcionando para redução das quantidades de resíduos que são produzidos.

## **4 Análise de Resultados**

### **4.1 Avaliação geral da gestão de RU em Flandres**

Podemos perceber que a Bélgica, comparativamente ao bloco da União Europeia ocupa uma posição de destaque quanto a produção de resíduos, pois produz menos resíduos per capita por ano (409kg para o ano de referência 2017) do que a média da União Europeia (486 kg para o ano de referência 2017). Além disso, dos 28 países do bloco ela foi o 7º país que menos produziu resíduos municipais em 2017(Eurostat, 2019c).

As políticas ambientais da Bélgica a levaram a ter uma das maiores taxas na deposição de resíduos em aterro da Europa, e isso, combinado com a proibição de deposição para aterro de certas frações de resíduos (e.g. resíduos provenientes de coleta seletiva), contribuiu efetivamente para que os resíduos tenham sido desviados do aterro e inseridos no processo de reciclagem (Gentil, 2013). No caso da região de Flandres, quando a OVAM foi criada, em 1981, uma das primeiras medidas foi introduzir a cobrança taxas para deposição de resíduos em aterros. Nos anos 90, começou a restringir que determinadas frações de resíduos fossem aterradas. As medidas iniciais da OVAM também incluíam promover a coleta seletiva (resíduos secos e orgânicos), subsidiar a construção de instalações de reciclagem e compostagem e desestimular a geração de resíduos.

O sistema PAYT como política ambiental teve grande contribuição para o progresso na gestão de resíduos de Flandres, tendo sido introduzido nos anos 90, substituindo sistema de taxas fixas pelas taxas variáveis, em função das quantidades de resíduos produzidas. Inicialmente, o sistema de cobrança era baseado no volume dos resíduos, e posteriormente foram introduzidas as técnicas mais modernas de cobrança baseada pelo peso dos resíduos. O sistema de Responsabilidade Alargada do Produtor também surgiu na década de 90 e, juntamente com o PAYT e os encargos econômicos sobre os aterros e sobre o processo de incineração, esses instrumentos foram fatores determinantes para o êxito do sistema de gestão de resíduos na região.

Ainda podemos destacar como fatores determinantes para o sucesso da gestão de resíduos em Flandres as políticas de sensibilização, educação e comunicação com os usuários, que sempre foram prioridades na agenda de ações. Para Allen (2012), a gestão de resíduos na região de Flandres se desenvolveu de maneira coordenada, com políticas em nível local, regional e nacional, que suportam a gestão descentralizada de resíduos, com foco na prevenção.

### **4.2 Avaliação do sistema PAYT para gestão de RU em Leuven**

De acordo com a informação recolhida na pesquisa bibliográfica e no caso de estudo, os instrumentos econômicos têm o potencial para melhorar a gestão de resíduos de forma global, embora eles não sejam a solução para todos os problemas. Apresenta-se agora de uma forma mais detalhada os resultados da avaliação do sistema PAYT utilizado na região de Flandres e que é aplicado em Leuven para a gestão de RU. A avaliação foi feita a partir da pesquisa na literatura, juntamente com a pesquisa de campo, onde foram aplicados os questionários para saber a visão dos residentes sobre o



sistema de resíduos.

Os aspectos do sistema PAYT que foram avaliados são:

- a) Eficácia Ambiental: contribuição para se atingirem as metas ambientais estabelecidas para resíduos (% de coleta de resíduos recicláveis, % de resíduos coletados indiferenciadamente, % de desvio de resíduos de aterro e de incineração);
- b) Articulação com outros instrumentos e políticas: grau de integração na *policy mix*, isto é grau de articulação funcional em um plano maior com outros instrumentos e políticas para gestão de resíduos.
- c) Legitimidade: aceitabilidade e opinião dos usuários sobre o sistema de gestão de resíduos.

#### 4.2.1 Eficácia ambiental

A região de Flandres já alcançou as metas da União Europeia de desvio de resíduos biodegradáveis da Diretiva de Aterro e as metas para reciclagem de 50% dos RU da Diretiva de Resíduos, além disso teve em 2017 a média de produção de resíduos por habitante por ano de 469 quilogramas, que é menor que a média geral da União Europeia (486 quilogramas por habitante por ano). Os resultados para a cidade do caso de estudo, Leuven, são ainda melhores, pois a produção total de resíduos de Leuven no ano de 2017 foi de 369,5 quilogramas por habitante, ou seja, os resultados obtidos podem comprovar a efetividade do seu sistema.

A tabela 4.1 apresenta alguns dados de demografia, produção e desempenho na coleta de resíduos da região de Flandres, em Brabante Flamengo Leste (área de atuação da Ecowerf) e na cidade de Leuven (onde foi desenvolvido o estudo de caso).

Tabela 4.1 - Informações gerais sobre o desempenho da gestão de RU com uso do PAYT em 2017

Instrumento Econômico: PAYT	
Grupo alvo	Cidadãos
Região	Flandres
Entidade responsável pela gestão de resíduos em Flandres	OVAM (Agência de Resíduos Públicos de Flandres)
População total região de Flandres	6.552.967 (em 01.01.2018)
Nº de domicílios em Flandres (agregados familiares)	2.792.444 (em 01.01.2018)
Produção total de resíduos em Flandres	469 Kg por residente por ano
Taxa de coleta seletiva em Flandres	69%
Sub-região	Brabante Flamengo
População total sub-região de Brabante Flamengo	1.129.849 (em 01.01.2017)
Empresa responsável pela gestão de resíduos em Brabante Leste	Ecowerf
População atendida pela Ecowerf (Região Brabante Flamengo Leste)	421.000 (em 14.02.2018)
Produção total de resíduos em Brabante Flamengo Leste	389 Kg por residente por ano
Taxa coleta seletiva em Brabante Flamengo Leste	74%
Nº de habitantes da de Leuven	100.414 mil habitantes
Produção total de resíduos em Leuven 2017	369,5 Kg por residente por ano
Taxa de coleta seletiva em Leuven 2017	70,6%

Fontes: (Ecowerf, 2018a); (Stad Leuven, 2018); (Statbel, 2019); (Vervae et al., 2017)

Como podemos observar, a produção média de resíduos em Brabante Flamengo Leste (área gerida pela Ecowerf) é de 389 kg por habitante por ano (80kg a menos que se formos considerar toda a região de Flandres). A taxa de coleta seletiva também é ligeiramente maior na área de atuação da Ecowerf, para o ano de 2017 a taxa foi de 74% em Brabante Flamengo Leste contra 69% na região de Flandres, e a quantidade de resíduos coletados indiferenciadamente 2017 foi de 92 kg por habitante em Brabante Flamengo Leste, enquanto que na região de Flandres a quantidade de resíduos indiferenciados coletada foi 145 kg por habitante. A cidade de Leuven, que é gerida pela Ecowerf, teve em 2017 a taxa de coleta seletiva de resíduos de 70,6%.

#### 4.2.2 Articulação com outros instrumentos e políticas

É notável que o sistema PAYT em Leuven está integrado em um plano maior utilizando um *mix* de políticas públicas e instrumentos para melhorar o desempenho da gestão de resíduos, que foram explicadas na parte do estudo de caso e foram confirmadas pela visita de campo. Pode-se destacar como principais instrumentos utilizados:

- Proibição de envio de certas frações de resíduos recolhidos seletivamente para destino em aterro ou incineração (e.g. os resíduos orgânicos e os resíduos recicláveis) (instrumento legal)
- Taxas de valor elevado cobradas para resíduos encaminhados a aterros e a incineração (instrumento econômico);
- O sistema de Responsabilidade Alargada do Produtor, destacando os sistemas de gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos e de baterias, que se ampara na taxa incluída no preço final de compra do produto, taxa esta que é utilizada posteriormente para financiar o sistema de recolha dos resíduos produzidos (Recupel, Bebat, Recybat) (instrumento econômico);
- Incentivo a compostagem doméstica, os munícipes que manifestarem interesse em reduzir os seus resíduos orgânicos podem fazer cursos de formação sobre compostagem organizados pela prefeitura e adquirir compostores domésticos a preços acessíveis (política ambiental);
- Campanhas de consciencialização ambiental da população e de educação ambiental nas escolas (e.g. Mooimakers) (instrumento de informação);

De acordo com (Stavins, 2001), nenhum instrumento único (seja um instrumento baseado no mercado ou convencional) será apropriado para todos os problemas ambientais. Cada problema a ser enfrentado é único, e a escolha do instrumento adequado depende das características deste problema ambiental em específico e do contexto social, político e econômico no qual o instrumento deve ser implementado.

#### 4.2.3 Legitimidade (aceitabilidade) – A opinião dos residentes

Foram realizadas entrevistas como usuários do sistema com o objetivo de avaliar em Leuven a opinião que os usuários do sistema têm sobre a ferramenta PAYT. A seguir serão apresentados os resultados das entrevistas que foram conduzidas na cidade de Leuven. A amostra final, composta aleatoriamente por 105 indivíduos teve 77 respondentes do gênero feminino (cerca de 73%) e 28 respondentes do gênero masculino (cerca de 26%). A faixa de idade predominante dos entrevistados foi de 18 a 24 anos, com representatividade de aproximadamente 53% dos respondentes. Podemos ver nas representações gráficas da figura 4.1 a distribuição por sexo e por faixa etária dos inquiridos.

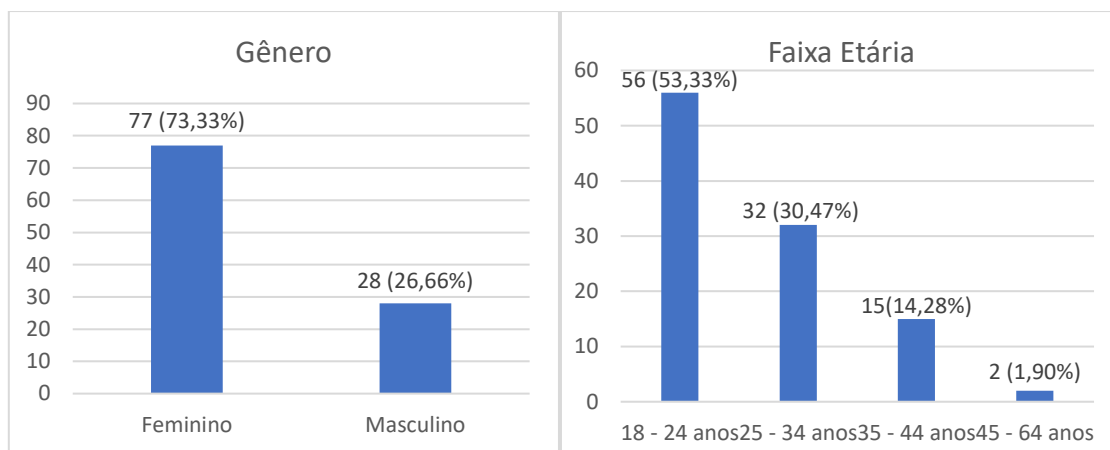


Figura 4.1 - Gênero e faixa etária dos respondentes

Em relação a nacionalidade, destaca-se o fato de mais da metade dos respondentes serem estrangeiros (aproximadamente 53%) contra 47% belgas, o que se justifica pela grande quantidade de estudantes internacionais que vivem na cidade, ainda pode-se notar um perfil bem diversificado de nacionalidades com representantes de 20 países diferentes. A figura 4.2, apresenta a caracterização da nacionalidade dos respondentes.

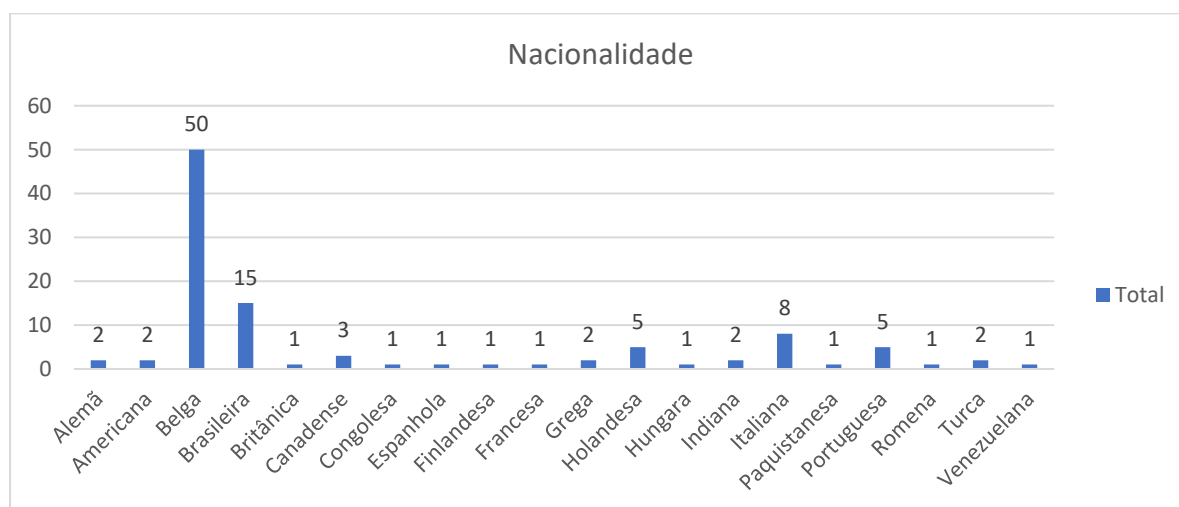
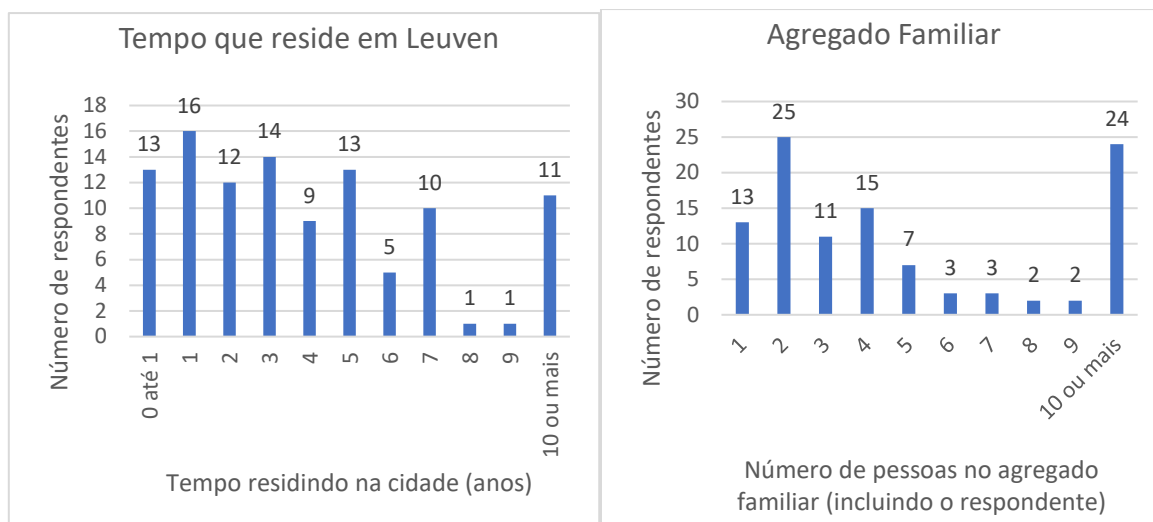


Figura 4.2 – Nacionalidade dos respondentes

Quanto ao perfil de tempo residindo na cidade, os resultados foram bastante distribuídos, com ocorrências em todos os níveis (desde menos de 1 ano até mais de 10 anos residindo em Leuven). Por fim, quanto ao número de pessoas do agregado familiar (incluindo o respondente), os resultados predominantes foram os agregados de 2 pessoas, com 25 ocorrências (cerca de 24%) e o agregado com 10 ou mais pessoas, com 24 ocorrências (cerca de 23%), sendo que este último resultado se justifica pela grande quantidade de estudantes que vivem em residências universitárias. A figura 4.3 apresenta os perfis de respostas em relação ao tempo de residência na cidade de Leuven dos respondentes e ao número de indivíduos no agregado familiar dos respondentes.

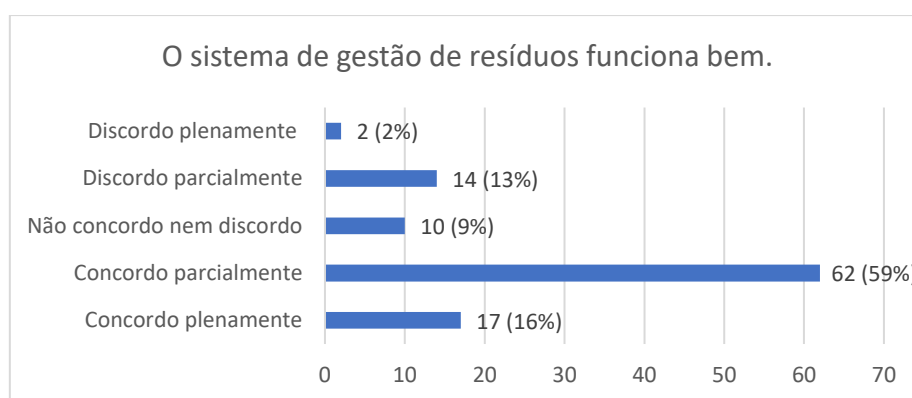


*Figura 4.3 – Tempo de residência em Leuven e nº de pessoas do agregado familiar*

Em relação à opinião sobre o sistema de resíduos, foi solicitado aos participantes do questionário que indicassem o seu nível de concordância com diversas declarações e, em alguns casos, através da colocação de questões abertas. Apresentam-se os resultados obtidos para cada questão, que serão discutidos de forma conjunta na seção seguinte.

**1) O sistema de gerenciamento de resíduos (sacos de lixo pré-pagos, coleta de lixo, ...) funciona bem, é eficaz.**

A figura 4.4 apresenta a distribuição dos resultados sobre a satisfação dos utilizadores com a gestão de resíduos urbanos em Leuven. Podemos perceber que a maioria dos respondentes do universo amostral estão parcialmente satisfeitos (59%) ou plenamente satisfeitos (16%) com a gestão de RU em Leuven, 9% não estão satisfeitos nem insatisfeitos, 13% estão parcialmente insatisfeitos e 2% estão plenamente insatisfeitos.



*Figura 4.4 – Satisfação geral*

**2) Estou satisfeito com as taxas (preço dos sacos de lixo) que pago pela gestão de resíduos.**

Podemos perceber na figura 4.5 que há uma maior distribuição nas opiniões dos respondentes

quanto ao valor do preço dos sacos, não havendo um consenso sobre a satisfação. Temos que 9% dos respondentes estão plenamente insatisfeitos, 29% parcialmente insatisfeitos, 18% nem satisfeitos nem insatisfeitos, 33% estão parcialmente satisfeitos e por fim, 9% declaram estar plenamente satisfeitos com os preços dos sacos vigentes para a gestão de RU em Leuven.

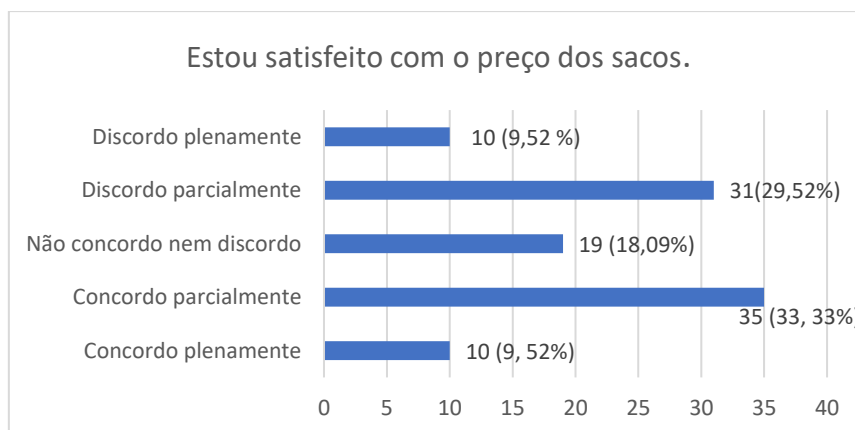


Figura 4.5 – Precificação dos sacos

### 3) Eu acredito que o sistema de sacos pré-pagos leva a comportamentos de despejo ilegal de resíduos.

Os resultados apresentados na figura 4.6 mostram que não há um consenso quanto à afirmação de que o PAYT leva a ações de despejo ilegal de resíduos. Aproximadamente 8% dos respondentes discordam plenamente da afirmação, 32% discordam parcialmente da afirmação, 13% não concordam nem discordam da afirmação, 36% concordam parcialmente que o PAYT leva a ações de despejo ilegal de resíduos e 9% concordam plenamente com a afirmação.

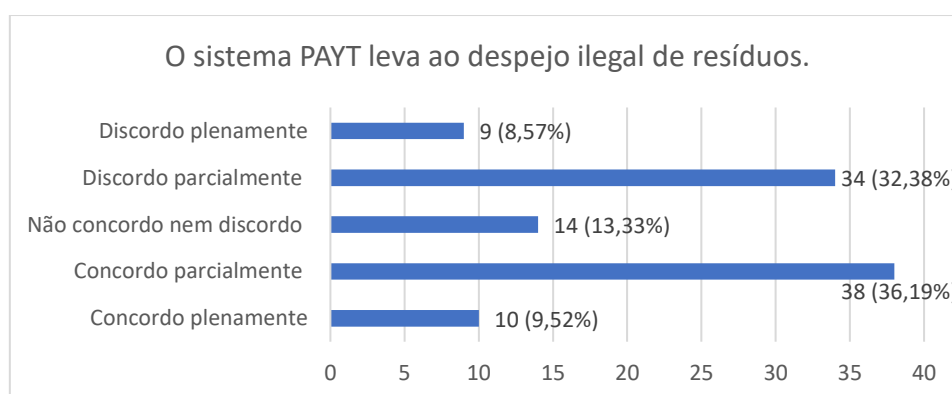


Figura 4.6 – PAYT e despejo ilegal de resíduos

### 4) Eu já presenciei alguma situação de despejo ilegal de resíduos.

A figura 4.7 mostra que 17% dos respondentes discordam plenamente da afirmação, 27% discordam parcialmente da afirmação, 7% não concordam nem discordam da afirmação, 25% concordam parcialmente com a afirmação e 21% concordam plenamente com a afirmação). O resultado não é consensual, mas pode-se perceber que o despejo ilegal é um problema que ocorre e

que é importante que sejam tomadas medidas protetivas por parte dos gestores do sistema de RU para controlar esse fenômeno indesejado.

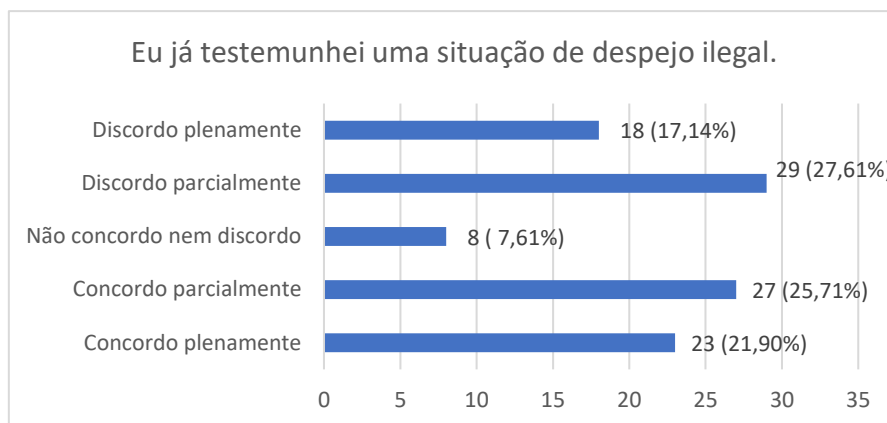


Figura 4.7– Testemunhou despejo ilegal de resíduos

##### 5) Eu sempre faço a separação dos meus resíduos.

Podemos ver na figura 4.8 que quase metade dos respondentes (49,52%) concordam plenamente com a afirmação, ou seja, sempre fazem a separação dos seus resíduos, além disso 40,95% dos respondentes concordam parcialmente que sempre fazem a separação dos resíduos. Essa tendência de resposta confirma os índices de separação altos da cidade de Leuven. Ainda para essa afirmação menos de 1% dos respondentes discordam plenamente da afirmação, cerca de 7% discordam parcialmente da afirmação e menos de 1% não concordam nem discordam com a afirmação.

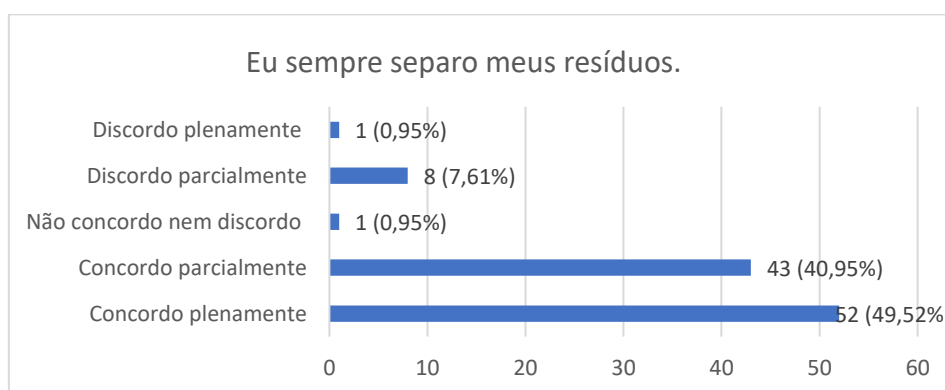


Figura 4.8 – Faz a separação de resíduos

##### 6) Eu acho fácil fazer a triagem dos resíduos.

A figura 4.9 representa os resultados sobre a percepção de complexidade de classificação de resíduos que os utilizadores têm em Leuven. Observou-se que 19% dos respondentes acham fácil fazer a separação dos resíduos (concordam plenamente) e que 44,76% concordam parcialmente com a afirmação de que é fácil fazer a triagem dos resíduos. Essa tendência de resposta também ajuda a confirmar os índices de separação de resíduos da cidade de Leuven. Mas, apesar de a cidade contar com um bom material informativo e investir em campanhas de comunicação 6% dos entrevistados não

discordam nem concordam com a afirmação, 24% discordam parcialmente com a afirmação e 4% discordam plenamente da afirmação.

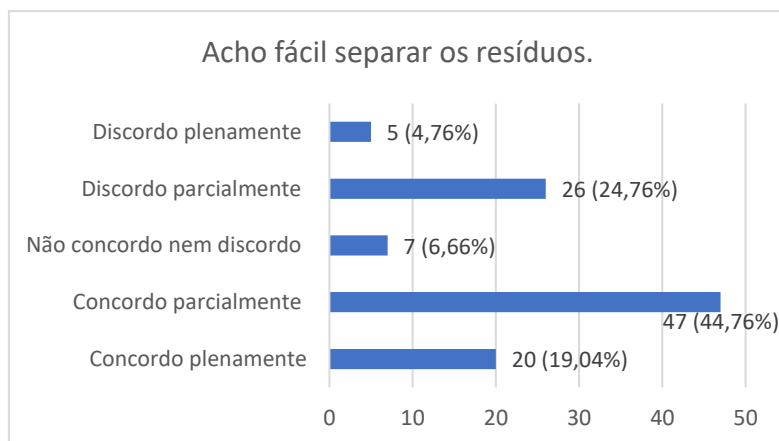


Figura 4.9 – Classificar os resíduos

**7) Eu considero que a introdução do saco rosa foi útil para melhorar a separação dos resíduos.**

Foi perguntado aos entrevistados o que eles consideram do saco rosa, que foi introduzido em 2016 para aumentar os índices de reciclagem, classificando e reciclando os plásticos macios. Os resultados foram os seguintes: aproximadamente 7% dos respondentes discordam plenamente da afirmação, 7% discordam parcialmente da afirmação, 11% não concordam nem discordam da afirmação, 27% concordam parcialmente e 45% concordam plenamente com a afirmação. Portanto, a maioria dos entrevistados considera parcialmente útil ou completamente útil a utilização do saco rosa para plásticos macios. A figura 4.10, ilustra a distribuição de respostas da amostra sobre a percepção de utilidade para os usuários do saco rosa.

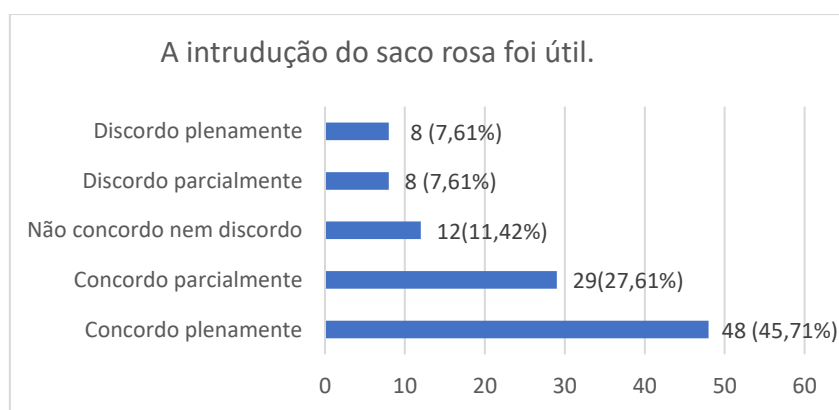


Figura 4.10 – Introdução do saco rosa

**8) Eu composto os meus resíduos orgânicos em casa ou os levo para alguma compostor comunitário.**

Foi perguntado aos entrevistados se eles fazem a compostagem dos seus resíduos orgânicos. Os resultados foram os seguintes: aproximadamente 38% dos respondentes discordam plenamente da afirmação, 27% discordam parcialmente da afirmação, 4 % não concordam nem discordam da



afirmação, 14% concordam parcialmente e 15% concordam plenamente com a afirmação. Podemos ver que há mais indivíduos que discordam da afirmação do que indivíduos que concordam com a afirmação, isso significa que mesmo a prefeitura fazendo campanhas para compostagem de material GFT, ainda há o que se fazer para melhorar os índices de recuperação de resíduos de matéria orgânica. A figura 4.11, apresenta graficamente os resultados sobre o comportamento dos indivíduos para compostagem de resíduos.

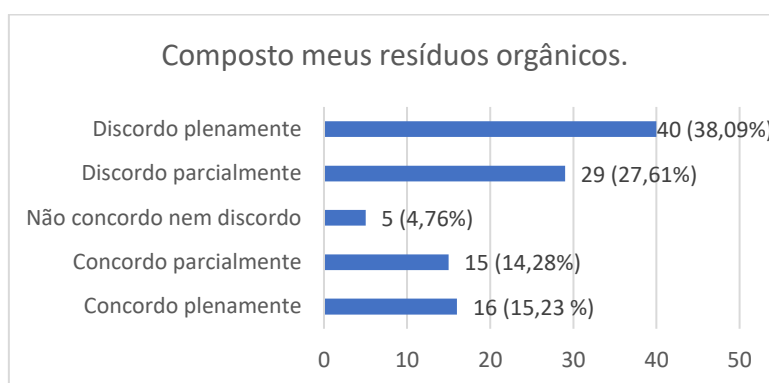


Figura 4.11– Compostagem de resíduos orgânicos

#### 9) Quais destes resíduos eu separo: papel e papelão, resíduos orgânicos (GFT), vidro, resíduos PMD, plásticos macios

Pode-se notar pelos resultados que a grande maioria das pessoas faz a separação dos resíduos PMD (97% da amostra), resíduos de vidro (94% da amostra), e do papel e do cartão (90% da amostra). A grande adesão a população a triagem desses materiais pode ser explicada pelo fato de que tanto o vidro quanto os resíduos de papel e papelão serem recolhidos de forma gratuita. No caso dos resíduos PMD, o custo dos sacos pré-pagos desta fração é mais baixo que o custo do saco para resíduos indiferenciados (que pode-se colocar qualquer tipo de resíduo) o que torna o saco de resíduos PMD mais atrativo economicamente para os usuários do sistema (um saco para resíduos do tipo PMD custa 0,15 de euro enquanto que um saco para resíduos indiferenciados custa 1 euro). A grande adesão a separação de resíduos PMD também pode ser explicada por ser um tipo de resíduo caracteristicamente volumoso e que ocuparia muito espaço no saco marrom (de custo maior) caso não fosse separado. A figura 4.12 apresenta a representação gráfica dos resultados para estas 3 frações de resíduos:

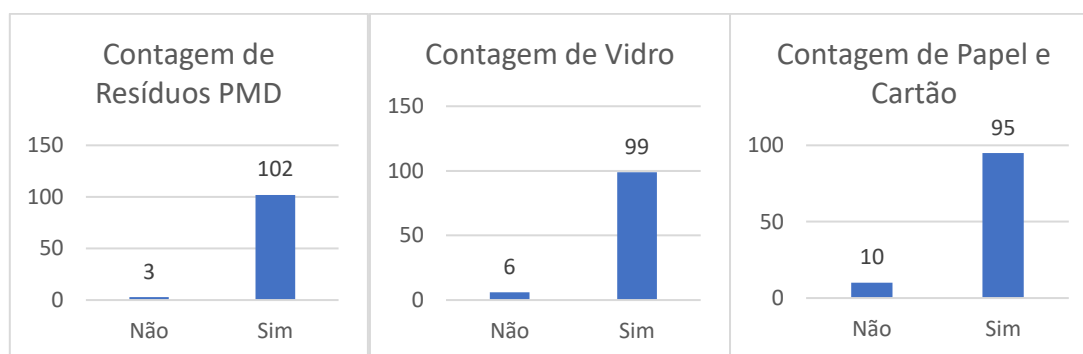


Figura 4.12 - Contagem PMD, Vidro, Papel e Cartão

Quanto aos resíduos de plásticos macios e resíduos orgânicos (GFT), nota-se que a disposição a fazer a separação desses materiais é menor do que para as frações anteriormente citadas. O hábito de fazer a separação dos plásticos macios está presente em 58% da amostra e de fazer a separação dos resíduos orgânicos em 50% da amostra. A figura 4.13 apresenta a representação gráfica das respostas referentes a separação de plásticos macios e resíduos orgânicos.

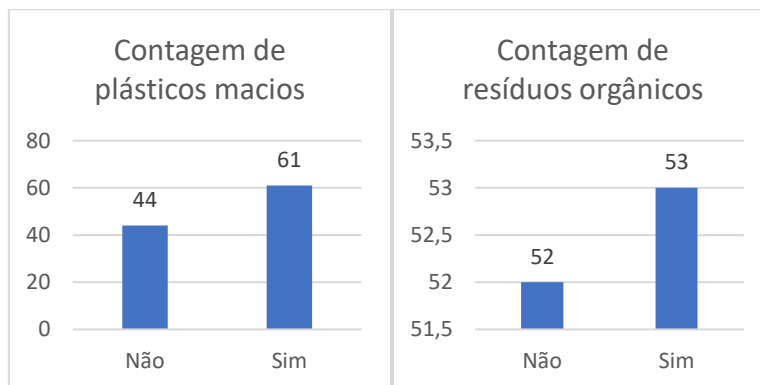
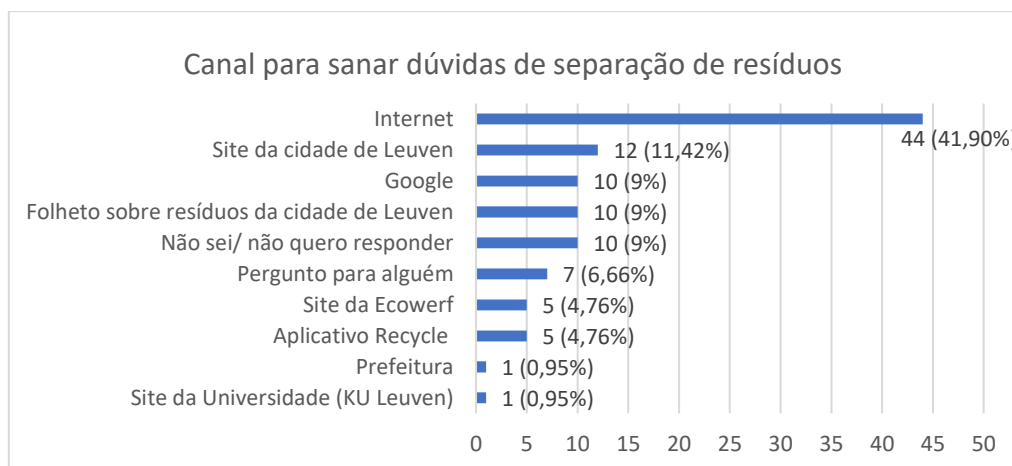


Figura 4.13 – Contagem Plásticos Macios e Resíduos Orgânicos

**10) Se eu tenho dúvidas sobre a separação de resíduos, qual canal eu procuro (e.g. internet, site específico) para sanar as minhas dúvidas.**

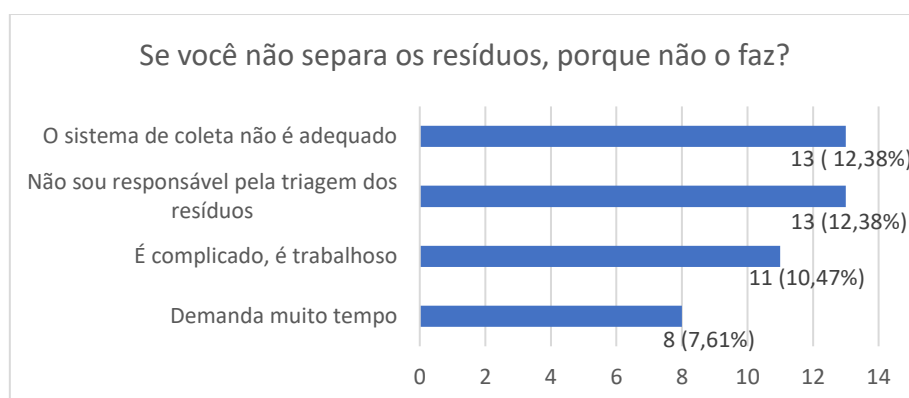
Essa pergunta foi elaborada com formato de resposta aberta, a seguir estão representados os resultados obtidos, e podemos ver que a maior parte da amostra declarou que busca informações na Internet no geral (quase 42%) ou no buscador Google (9%), ou seja, aproximadamente 51% da amostra, sendo que 11% busca informações especificamente no site da cidade de Leuven, 9% no folheto explicativo sobre resíduos que é distribuído pela prefeitura, 9% não souberam ou não quiseram responder, 6% afirmou que pergunta para alguém, 4% declararam que vão ao website da companhia responsável pela gestão de resíduos (Ecowerf), 4% consultam o aplicativo de reciclagem, 1 respondente afirmou que vai a prefeitura para sanar as dúvidas e por fim, 1 respondente afirmou que busca conteúdo informativo no site da universidade (KU Leuven). A figura 4.14 apresenta a representação gráfica das respostas sobre o perfil de busca para solucionar dúvidas.



*Figura 4.14 - Canais para sanar dúvidas*

#### 11) Se eu não separo meus resíduos, por qual motivo eu não o faço?

Daqueles que responderam a essa questão, 45 respondentes de um total de 105 respondentes (42% do total da amostra), 13 indivíduos afirmaram que o sistema de coleta apresenta alguma falha (e.g. frequência de coleta insuficiente), outros 13 alegaram que não são os responsáveis pela triagem dos resíduos (e.g. aqueles que moram em residência universitária), 11 indivíduos declararam que o sistema é complicado e trabalhoso e, por fim, 8 indivíduos declararam que o sistema de coleta envolve muito tempo. Podemos ver na figura 4.15 a representação das justificativas daqueles inquiridos que optaram por não separar os resíduos.



*Figura 4.15 - Motivo pelo qual não separa os resíduos*

#### 12) Você identifica falhas no sistema de gerenciamento de resíduos de Leuven? Em caso afirmativo, você teria alguma sugestão para melhoria?

Dentre as falhas identificadas no sistema de gestão de resíduos urbanos em Leuven, podemos destacar pela maior ocorrência as reclamações relacionadas a:

- Preços dos sacos elevados, principalmente do saco marrom (para indiferenciados).
- Frequência insuficiente de coleta de determinadas frações de resíduos, o que se torna um problema maior principalmente no verão. Dependendo do tipo de saco a recolha é feita a cada

2 semanas e os usuários têm que manter o saco de lixo em casa até o dia da recolha, o que pode atrair moscas, baratas e outros insetos;

- Insuficiência de pontos de recolha de vidro nos espaços públicos.
- Dificuldade na triagem dos materiais. Uma das possíveis falhas quando as pessoas têm dúvidas de classificação dos resíduos e vão buscar respostas da prefeitura, é que o material informativo impresso disponibilizado pela prefeitura está em apenas em holandês, o que não contempla os residentes estrangeiros que não falam o idioma;
- Inexistência nos espaços públicos (e.g. nos parques) de contentores com opções de separação de resíduos (e.g vidro, PMD, papel, orgânico);

### **Discussão dos resultados da pesquisa de campo feita em Leuven**

As entrevistas com a população residente tiveram como perfil amostral característico (105 respondentes) uma população jovem (com 53% dos respondentes entre 18 e 24 anos, e 30% entre 25 e 34 anos), o que se deve ao fato de Leuven ser uma cidade universitária e da pesquisa ter sido realizada parte presencialmente durante o dia no parque Sint-Donatus (50 respondentes) e parte online com divulgação via Facebook (55 respondentes) . Além disso, foi possível verificar que existe uma população flutuante, pois os jovens de origem Belga (47% dos respondentes) geralmente permanecem na cidade durante o período de aulas (durante a semana) e retornam a casa das suas famílias nos finais de semana.

Para relembrar, o funcionamento geral do PAYT em Leuven é baseado num sistema de recolha de resíduos com 4 tipos de sacos pré-pagos: (marrom para resíduos indiferenciados, azul para resíduos PMD (plástico, metal e tetrapak), rosa para plásticos macios e verde para resíduos orgânicos de cozinha e jardim (GFT), além das opções gratuitas de recolha de vidro, papel e cartão, resíduos perigosos, têxteis, e assim por diante.

A primeira pergunta do questionário era diretamente relacionada a satisfação dos usuários com o sistema de gestão de resíduos de Leuven. Observou-se que, de um modo geral, 75% dos entrevistados responderam positivamente a essa questão (59% da amostra respondeu que está parcialmente satisfeita e 16% respondeu que plenamente satisfeita com o sistema). Pode-se inferir que parte dessa insatisfação esteja relacionada com o preço dos sacos pré-pagos, pois houve muitas reclamações quanto ao preço elevado dos sacos (principalmente quanto ao saco marrom dos resíduos indiferenciados). Nesse caso, pode-se inferir que as pessoas não tenham consciência de que o saco marrom é mais caro justamente para desincentivar o seu uso deliberado para qualquer fração de resíduo e incentivar que as pessoas classifiquem os seus resíduos no momento do descarte. Portanto, mais campanhas de consciencialização deveriam ser feitas a fim de educar a população nesse sentido de fazer melhor a triagem dos seus resíduos.

Ainda sobre o preço dos sacos, tem-se as seguintes tarifas: cada saco marrom (resíduos indiferenciado) custa € 1,12 (saco de 30 litros) e € 2,25 (saco de 60 de litros), cada saco verde para resíduos orgânico (GFT) custa € 0,50 (saco de 30 litros) e € 1,00 (saco de 60 litros) e os demais tipos de sacos, só tem a versão de 30L, custam respectivamente € 0,25 (cada saco rosa para resíduos de

plásticos macios) e € 0,15 (cada saco azul para resíduos PMD).

Nota-se que há um incentivo para que se recicle a fração de resíduos PMD em Leuven, já que esse saco tem a tarifa mais baixa (€ 0,15 por saco) e que não por acaso o padrão amostral de reciclagem de PMD teve o melhor resultado em quantidade de respondentes que afirmam fazer a sua separação (97% dos respondentes). As frações de recolha gratuita (papel e papelão e vidro) também tiveram mais de 90% dos respondentes que afirmam fazer a sua separação.

Já de acordo com entrevistas, as frações de resíduos orgânicos (GFT) e resíduos de plásticos macios não atingiram o mesmo desempenho de separação como os resíduos PMD. Observou-se que 50% dos respondentes declararam que fazem a separação dos resíduos GFT e 58% declararam que fazem a separação dos resíduos de plásticos macios. A diferença de comportamento de separação para os diferentes tipos de resíduos (GFT, plásticos macios e PMD), pode, em certa medida, ser explicada pelo fato dos sacos para as frações GFT e plásticos macios serem mais caros que o saco PMD. O valor mais alto do preço dos sacos para resíduos orgânicos (GFT) se justifica pelo fato do seu preço ser estipulado pela entidades locais, enquanto os sacos para resíduos PMD, que são os mais baratos, têm o preço base estipulado pela OVAM e contam com subsídios da indústria do plástico. Seria interessante avaliar qual o comportamento dos utilizadores caso os preços para as frações GFT e plásticos macios fossem iguais ao preço do saco PMD, sendo expectável que teriam um nível mais alto de aderência.

No inquérito constavam 2 perguntas relacionadas com a questão do despejo ilegal de resíduos, que é uma das grandes preocupações que se tem quando se faz uso desse tipo de instrumento (PAYT), pois o indivíduo que quiser burlar o sistema vai tentar uma forma de descartar seus resíduos sem ter de pagar o preço que é devido. A partir dos resultados obtidos no inquérito conclui-se que o problema existe e é um fenómeno passível de acontecer, o que confirma a relevância deste risco que importa acautelar no desenho do instrumento. Além disso, nos 3 dias de pesquisa de campo foi possível verificar algumas situações diferentes em que observou-se resíduos depositados em via pública de forma irregular, caracterizando despejo ilegal de resíduos. A partir desses resultados é de admitir que ocorra o despejo ilegal de resíduos em Leuven, mas a extensão e a frequência de ocorrência desse fenómeno só seria possível de confirmar com uma observação mais aprofundada de comportamentos.



*Figura 4.16 - Despejo ilegal de resíduos    Figura 4.17– Despejo ilegal de resíduos*

*Fonte: Arquivo pessoal*

Na figura 4.16 podemos ver uma situação em que, não só há resíduos que foram depositados fora do saco apropriado, mas também os resíduos do saco azul (PMD) foram colocados para recolha no dia incorreto, pois na data do registro dessa situação era dia de recolha apenas da fração indiferenciada (saco marrom). No caso da figura 4.17 resíduos de diversos tipos foram deixados fora em sacos inapropriados em espaço público (praça).

Para mitigar esse risco é preciso agir tanto do lado da consciencialização e educação ambiental como do lado da fiscalização e da penalização para os infratores que são apanhados em flagrante a realizar esse tipo de comportamento indesejável. Uma possível abordagem para diminuir a ocorrência desse comportamento, é a criação de um sistema que tire os utilizadores do anonimato por meio de identificação eletrônica do detentor dos resíduos (é possível utilizar tecnologias de identificação com chip eletrônico). Na própria região de atuação da Ecowerf, onde se tem a aplicação do sistema Diftar, os utilizadores já possuem uma identificação eletrônica nos contentores, que recebem um adesivo com código de barras com o endereço do utilizador e um *chip* eletrônico que armazena informações de utilização.

Outra reclamação que apareceu com uma frequência considerável nas entrevistas e que pode ser objeto de melhoria é a insuficiência de frequência da recolha porta-a-porta de determinadas frações de resíduos. Dessa forma os indivíduos ficam condicionados a armazenar os seus resíduos em casa por até 3 semanas (como é o caso da frequência de recolha para plásticos macios), ou como no caso da recolha de resíduos indiferenciados ou orgânicos uma vez na semana, o que pode se tornar um problema, principalmente no verão, pois a matéria orgânica começa a se decompor, a liberar mau cheiro e a atrair animais como ratos e baratas.

No caso da questão da recolha insuficiente dos resíduos orgânicos, a cidade de Leuven oferece cursos de compostagem doméstica e vende os equipamentos para desenvolver o sistema. Essa é uma alternativa que a população pode adotar, é possível que seja necessária uma melhor

divulgação destes cursos para se atingir uma maior aderência da população ao sistema de compostagem doméstica. A disponibilização por parte da prefeitura de mais compostores coletivos também é uma boa medida que pode complementar a solução para essa questão, uma vez que a compostagem em casa não é uma opção para quem reside em apartamentos pequenos.

A questão da frequência insuficiente de recolha gera um desconforto relacionado ao espaço para armazenamento dos resíduos. Em Leuven as habitações no centro histórico da cidade são tipicamente compactas, então os residentes têm pouco espaço para armazenar os seus resíduos por um longo período de tempo. A figura 4.18, apresenta o calendário de recolha porta-a-porta de resíduos domésticos no centro de Leuven para o mês de agosto de 2019, onde podemos observar, por exemplo, que a recolha de plásticos macios foi feita no 2 de agosto e depois disso apenas foi feita no dia 23 de agosto, o que condiciona o residente a armazenar os seus resíduos desse tipo por 3 semanas em sua casa.

AGOSTO			Vr 16	GFT
Do 01			Za 17	
Vr 02	GFT	PLÁSTICO MACIO	Zo 18	
Za 03			Ma 19	
Zo 04			Di 20	INDIFERENCIADO
Ma 05			Wo 21	
Di 06	INDIFERENCIADO		Do 22	
Wo 07	PODAS/ JARDINAGEM		Vr 23	GFT PLÁSTICO MACIO
Do 08			Za 24	
Vr 09	GFT		Zo 25	
Za 10			Ma 26	
Zo 11			Di 27	INDIFERENCIADO
Ma 12			Wo 28	PMD PAPEL E CARTÃO
Di 13	INDIFERENCIADO		Do 29	
Wo 14	PMD	PAPEL E CARTÃO	Vr 30	GFT
Do 15			Za 31	

Figura 4.18 - Calendário de recolha Ecowerf para agosto 2019

Fonte: Adaptado de (Stad Leuven, 2019b)

Uma dificuldade identificada no sistema, que inclusive diz respeito ao material informativo para gestão de resíduos que está acima exposto, é que o material impresso e distribuído pela prefeitura está apenas disponível na língua holandesa, que é um dos idiomas oficiais da Bélgica. Desta forma, toda a população estrangeira residente que não está familiarizada com o idioma, não tem a opção de utilizar o material. Sendo assim devem consultar outras fontes como o website da cidade que tem a versão em inglês, todavia o website da prefeitura não é tão completo quanto o material impresso. Uma sugestão de melhoria seria elaborar a versão em inglês do mesmo material.

Um ponto positivo para o sistema PAYT de Leuven, que o torna mais inclusivo, é o fato de que para certa parcela da população residente menos favorecida financeiramente, há a possibilidade de se obter sacos de lixo grátis sob certas condições. Essa prerrogativa vale para residentes que tiveram um

filho ou adotaram uma criança com menos de 2 anos de idade ou residentes que têm direito a um subsídio aumentado do fundo de seguro de saúde.

Por fim, ressalta-se que os fatores culturais acabam por influenciar os hábitos ambientais da população. No caso da Bélgica, como os instrumentos econômicos já estão sendo aplicados desde a década de 90, as gerações que nasceram depois disso, já nasceram com essas práticas e com a exigência de padrões ambientais como regra geral. Percebeu-se nas entrevistas que a aceitação do sistema PAYT torna-se muito mais natural e mais fácil de ser respeitada e seguida por o sistema existir antes mesmo dos jovens na faixa dos 18 a 24 anos terem nascido.

#### **4.3 Análise SWOT da gestão de resíduos urbanos em Leuven (FOFA)**

Neste subcapítulo é realizada uma análise SWOT (acrônimo do inglês de strengths (forças), weaknesses (fraquezas), opportunities (oportunidades) e threats (ameaças)) do sistema Pay-as-you-throw em Leuven, de modo a apresentar uma avaliação global do instrumento no quadro da gestão de RU na cidade. A análise baseia-se na informação obtida nos relatórios institucionais e nas entrevistas com residentes, tendo sido identificadas as seguintes forças, fraquezas, oportunidades e ameaças:

##### **Forças:**

- Leuven tem ótimos índices de coleta seletiva (70,6% dos resíduos domésticos foram coletados seletivamente em 2017);
- A região de Flandres tem experiência de mais de 20 anos na aplicação do sistema PAYT (implementação do sistema no ano de 1995).
- Conta com diversos instrumentos para gestão de resíduos para além do PAYT que são complementares na contribuição para alcançar os objetivos, não tendo sido identificados conflitos entre esses instrumentos (e.g. a responsabilidade alargada do produtor para recolha de pilhas e baterias usadas);
- A cidade desenvolve projetos de consciencialização e educação ambiental;
- A companhia Ecowerf difunde as práticas de compostagem doméstica de resíduos orgânicos através de cursos para os residentes interessados;
- Conta com um sistema de gestão dos resíduos bem organizado e coordenado em nível local e regional;
- Toda região a região de Flandres conta com apoio financeiro (subsídio) da OVAM (Agência de Resíduos Públicos de Flandres).

##### **Fraquezas:**

- Em Leuven, quase 30% dos resíduos coletados em 2017 foram incinerados (mesmo que o processo de incineração seja com valorização energética, tem de se considerar que nessa fração de 30% dos resíduos que foi incinerada ainda houve perdas de materiais significativas, materiais estes que poderiam ser reciclados ou reaproveitados);
- Inexistência de contentores em locais públicos (e.g. parques e praças) para diferentes



tipos de resíduos (e.g. contentor para vidro, PMD, papel e cartão, orgânico);

- Complexidade para o usuário do sistema fazer o descarte de todos os seus resíduos, pois existem vários fluxos e os resíduos devem ser encaminhados para diferentes destinos, por exemplo: sacos pré-pagos (GFT, PMD, plásticos macios, indiferenciado), parque de reciclagem (e.g. óleos usados), contentores em espaços públicos (vidro), pontos de coleta espalhados pela cidade (REEE, pilhas e baterias).
- Material informativo impresso pela prefeitura feito apenas em língua holandesa;

#### Oportunidades:

- Aprimoramento do sistema de identificação, de cobrança e de monitorização dos utilizadores, com recurso às novas tecnologias existentes na área de gestão de resíduos e em outros setores de atividade, que podem ser aplicadas para deixar o sistema mais eficaz (e.g. sistema DIFTAR que é aplicado na região gerida pela Ecowerf);
- Subsídios da OVAM para projetos inovadores em economia circular no intuito de fechar os ciclos de materiais;
- Potencial para aumentar o engajamento e a participação da comunidade universitária, que é jovem e aberta à alteração de práticas, por meio de campanhas de consciencialização e sensibilização da importância de classificar e descartar os resíduos da maneira adequada;
- Potencial de gerar empregos pelo alargamento da estrutura de coleta e dos centros de recepção e tratamento de resíduos;
- Potencial para valorização orgânica com produção de energia (produção de biogás) de resíduos orgânicos provenientes de hotéis, restaurantes e cafés.

#### Ameaças:

- Cansaço da população com as exigências da administração local e falta de motivação para realizar a coleta seletiva e descartar os seus resíduos de forma correta;
- Aumento da tarifa (para o usuário final) associada às operações de recolha;
- Dificuldade em compatibilizar a política desejada com os interesses de determinados setores econômicos, que podem ser conflitantes com os objetivos do desenvolvimento sustentável;
- Dificuldades inerentes à gestão de uma atividade complexa que depende de muitos fatores externos (e.g. recursos humanos, recursos financeiros, sistema de logística, colaboração da população, sistema de incentivos e penalidades).

A figura 4.19 apresenta o quadro resumo com a análise SWOT para a gestão de resíduos da cidade de Leuven.

Ambiente Interno	<p><b>Forças</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leuven tem um ótimo índice de coleta seletiva (70% em 2017)</li> <li>- Flandres tem mais de 20 anos de experiência de aplicação do PAYT (desde 1995)</li> <li>- Conta com diversos IEs para gestão de resíduos</li> <li>- A cidade tem projetos de consciencialização e educação ambiental</li> <li>- Desenvolve cursos de compostagem doméstica para residentes</li> <li>- O sistema é organizado em nível local e regional de maneira bem estruturada</li> <li>- Conta com subsídios da OVAM</li> </ul>	<p><b>Fraquezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Em Leuven, quase 30% dos resíduos coletados em 2017 foram incinerados (risco de contaminação atmosférica)</li> <li>- Inexistência de contentores para diferentes tipos de resíduos em locais públicos</li> <li>- Complexidade para o usuário fazer o descarte dos seus resíduos</li> <li>- Material informativo impresso da prefeitura feito apenas em holandês</li> </ul>
Ambiente Externo	<p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprimoramento dos sistemas de identificação, cobrança e monitorização dos utilizadores com as novas tecnologias</li> <li>- Subsídios da OVAM para projetos em economia circular</li> <li>- Potencial para aumentar o engajamento e a participação da comunidade universitária</li> <li>- Potencial de gerar empregos com alargamento da estrutura de coleta e dos centros de recepção e tratamento de resíduos</li> <li>- Potencial para valorização orgânica com produção de energia (biogás) de resíduos orgânicos provenientes de hotéis, restaurantes e cafés</li> </ul>	<p><b>Ameaças</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de motivação para separar os resíduos da forma correta</li> <li>- Aumento da tarifa (para o utilizador final) associados à recolha</li> <li>- Dificuldade em compatibilizar a política desejada com os interesses de determinados setores económicos</li> <li>- Dificuldades inerentes à gestão de resíduos, que é uma atividade complexa que depende de muitos fatores externos</li> </ul>

*Figura 4.19 – Matriz SWOT para a gestão de resíduos da cidade de Leuven*



## 5 Considerações Finais

### 5.1 Síntese

A presente dissertação de mestrado teve como objetivo principal identificar a contribuição que os instrumentos econômicos podem trazer para a gestão de resíduos urbanos comparando o potencial teórico descrito na literatura com os resultados obtidos na prática em caso de estudo. Este trabalho teve como base os instrumentos econômicos aplicados para a gestão de resíduos em países desenvolvidos, com foco nas práticas utilizadas na União Europeia.

Primeiramente, foi realizada uma revisão de literatura baseada em artigos científicos, publicações da UE, publicações da ONU, entre outras, apresentado a problemática dos resíduos urbanos e os instrumentos econômicos mais utilizados para melhoria de performance de gestão de resíduos nas cidades. Os instrumentos econômicos que foram encontrados de maneira mais recorrente na literatura sobre gestão de resíduos e que acredita-se que são importantes para a melhoria do processo são: as taxas por deposição de resíduos em aterros, as taxas na incineração, os sistemas Pay-as-you-throw (PAYT), os sistemas de depósito-retorno (*deposit-refund systems*) e o sistema de responsabilidade Alargada do Produtor.

Para avaliar o contributo dos instrumentos econômicos, escolheu-se focar a análise sobre o instrumento econômico PAYT que está presente em 19 dos 28 Estados-Membros da União Europeia. Então, o caso de Flandres na Bélgica foi selecionado para estudo, uma vez que tem notoriedade em nível europeu por ter alcançado ótimos resultados na gestão de resíduos urbanos. Discorreu-se sobre o sistema PAYT gerido pela companhia Ecowerf e executado na cidade Leuven.

### 5.2 Discussão dos principais resultados

O sistema de gestão de resíduos com o uso de instrumentos econômicos funciona bem na região de Flandres, concluindo-se que, em termos genéricos, o uso do PAYT em Leuven é um caso de sucesso. Naturalmente o sistema não é perfeito e há ajustes que podem ser feitos para a sua melhoria. A literatura revista conclui que o sistema PAYT auxilia na diminuição da quantidade de resíduos gerados e no aumento da quantidade de resíduos recolhidos seletivamente. A cidade de Leuven tem resultados muito bons de performance para esses quesitos, confirmando as conclusões da literatura.

Para mensurar a contribuição do PAYT para o sistema de gestão de resíduos de Leuven foi feita uma análise baseada em 3 aspectos (eficácia ambiental do sistema, articulação com outros instrumentos e políticas e aceitação dos usuários do sistema). A fim de suprir as lacunas de informação na avaliação da performance sob a perspectiva do usuário do sistema (verificar a aceitação do público) foram realizadas entrevistas com 105 residentes de Leuven em estudo de campo. Na sequência serão apresentados os principais resultados encontrados nos dados secundários e nas entrevistas com residentes da cidade de Leuven.

Em 2017, a produção de resíduos por habitante por ano para Leuven, foi de 369,5 kg per capita, o que representa uma produção de resíduos 116,5 kg per capita menor que a média da União Europeia, que é de 486 kg per capita. Esse é um forte indício de que o sistema PAYT de alguma forma

influencie na diminuição das quantidades de resíduos produzidas pela população de Leuven.

O sistema PAYT em Leuven está integrado em um plano maior utilizando um conjunto de políticas públicas e outros instrumentos econômicos para aprimorar a gestão de resíduos. Podem-se destacar como principais instrumentos e medidas utilizadas conjuntamente com o PAYT: as taxas elevadas cobradas sobre aterramento e incineração de resíduos, o sistema de Responsabilidade Alargada do Produtor e o incentivo a compostagem doméstica.

Sobre a satisfação dos utilizadores com o sistema de gestão de resíduos de Leuven, observou-se no resultado das entrevistas que, de um modo geral, 75% dos entrevistados responderam positivamente a essa questão (16% da amostra respondeu que plenamente satisfeita com o sistema e 59% da amostra respondeu que está parcialmente satisfeita com o sistema).

Nas entrevistas havia duas perguntas relacionadas a questão do despejo ilegal de resíduos, que é uma das grandes preocupações que se tem quando se faz uso de sistemas PAYT na gestão de resíduos. Como resultado dos questionamentos aos entrevistados e com o que foi visto na pesquisa de campo (algumas ocorrências de despejo ilegal vistas em 3 dias de visita) é possível afirmar que o problema existe, o que confirma a relevância deste risco de ocorrência de despejo ilegal de resíduos.

Para mitigar essa situação de despejo ilegal é preciso agir tanto do lado da consciencialização e educação ambiental como do lado da fiscalização e da penalização para os infratores que são flagrados realizando esse tipo de comportamento indesejável. Além disso, a introdução no sistema de gestão de RU de novas tecnologias, que tirem os usuários do anonimato por meio de identificação do detentor dos resíduos (e.g. identificação com *chip* eletrônico nos contentores, chave pessoal para desbloquear o contentor) são medidas que podem ser usadas para diminuir a ocorrência desse tipo de comportamento.

Uma reclamação que apareceu com uma frequência considerável nas entrevistas e que pode ser objeto de melhoria é a recolha porta-a-porta com frequência insuficiente de determinadas frações de resíduos. No caso da recolha de sacos de resíduos indiferenciados ou orgânicos, ela é feita uma vez por semana, o que pode se tornar um problema, principalmente no verão, pois a matéria orgânica começa a se decompor, liberando mau cheiro e atraindo animais como ratos e baratas.

Uma solução para esse problema que é oferecida pela cidade de Leuven, são os cursos de compostagem doméstica e venda os equipamentos para desenvolver o sistema em casa. Essa é uma alternativa que a população que mora em casas ou que tem um espaço aberto na sua habitação pode adotar. É possível que seja necessária uma melhor divulgação desses cursos para se atingir uma maior aderência da população ao sistema de compostagem doméstica. A disponibilização por parte da prefeitura de mais compostores coletivos também é uma boa medida que pode complementar a solução para essa questão, uma vez que a compostagem em casa não é uma opção para quem mora em apartamentos caracteristicamente compactos como os do centro da cidade de Leuven.

Por fim foi feita uma análise SWOT (acrônimo do inglês de *strengths* (forças), *weaknesses* (fraquezas), *opportunities* (oportunidades) e *threats* (ameaças) no intuito de se ter uma percepção global do quadro de gestão de RU em Leuven. Destacando um ponto de cada perspectiva temos que: o sistema de gestão de resíduos está bem estruturado em um plano maior (ponto forte), o sistema de descarte é complexo e exige tempo e disponibilidade do usuário para encaminhar todos os seus

resíduos da forma desejada, pois existem vários fluxos diferentes (ponto fraco), o sistema tem potencial de gerar empregos pois o mercado de resíduos é um mercado em expansão (oportunidade) e por fim, a gestão de resíduos é uma atividade que depende de muitos fatores externos (e.g. recursos humanos, recursos financeiros, sistema de transporte, colaboração da população, sistema de incentivos e penalidades) (ameaça).

Conclui-se que os instrumentos econômicos contribuem para a melhoria global do sistema de gestão de resíduos, mas devem ser parte de um conjunto integrado de medidas políticas, medidas regulatórias, medidas educacionais e medidas preventivas. É preciso uma estratégia equilibrada que combine todos esses mecanismos de ação para além das ferramentas econômicas.

### **5.3 Limitações e sugestões para trabalhos futuros**

Ainda que a Bélgica e a região de Flandres em particular tenham um desempenho elevado na gestão de RU, podemos perceber por este estudo que existem mais ações que podem ser tomadas para a melhoria desse desempenho. A região de Flandres pode servir de exemplo para outros países do Bloco Europeu, uma vez que o continente continua a produzir quantidades muito expressivas de resíduos, que acabam em aterros ou são incinerados, conduzindo a um elevado desperdício de recursos e outros problemas ambientais. A Europa deveria melhorar a sua forma de lidar com os resíduos uma vez que, a gestão ineficaz dos resíduos, traz impactos sociais, ambientais e econômicos de grande magnitude.

Espera-se que esta dissertação possa contribuir com as próximas pesquisas académicas para melhor compreensão da temática gestão de resíduos e do potencial de contributo que os instrumentos econômicos têm para o incentivo ou desincentivo do comportamento das partes interessadas no sistema de gestão de RU. Os resultados apresentados neste estudo coletaram respostas de 105 residentes da cidade de Leuven e, por meio desses resultados, é possível se ter um panorama geral sobre a opinião e a atitude dos usuários do sistema na cidade. Como limitação desse estudo tem-se que o número de respondentes foi pequeno, sem muita diversidade etária e sem muita diversificação no grau de instrução dos participantes (a maioria da amostra foi composta por estudantes universitários na faixa etária entre os 18 e 24 anos). Poderia ser feito então, um estudo com uma amostra maior e com maior diversidade de características sociodemográficas (e.g. idade, nível educacional).

Não foi possível realizar um estudo de viabilidade econômica do sistema PAYT em Leuven, uma vez que não são disponibilizados pela prefeitura, nem pela companhia responsável de gestão de resíduos (Ecowerf), os dados relativos às receitas obtidas com os sacos pré-pagos e aos custos com equipamentos, veículos, pessoal, logística e processamento dos resíduos. Houve tentativa de contato por correio eletrônico com os órgãos gestores do sistema de Leuven para requerer as informações sobre os custos e as receitas advindas do sistema PAYT, mas não se obteve retorno. Estudos futuros podem abordar o aspecto da viabilidade econômica do sistema PAYT, que foi uma das limitações desta pesquisa.

## 6 Referências Bibliográficas

- Aalbers, R. F. T., & Vollebergh, H. R. J. (2008). An economic analysis of mixing wastes. *Environmental and Resource Economics*, 39(3), 311–330. <https://doi.org/10.1007/s10640-007-9128-1>
- Allen, C. (2012). *Flanders, Belgium. Europe's Best Recycling and Prevention Program*. Retrieved from <http://www.no-burn.org/wp-content/uploads/ZW-Flanders.pdf>
- Arzumanyan, G. (2004). *Municipal Solid Waste Management in Armenia Current Trends and Steps Forward*. Retrieved from <http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/1329229>
- Avio, C. G., Gorbi, S., & Regoli, F. (2017). Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. *Marine Environmental Research*, 128, 2–11. <https://doi.org/10.1016/J.MARENRES.2016.05.012>
- Batllell, M., & Hanf, K. (2008). The fairness of PAYT systems: Some guidelines for decision-makers. *Waste Management*, 28(12), 2793–2800. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.02.031>
- Bergeron, F. C. (2016). Multi-method assessment of household waste management in Geneva regarding sorting and recycling. *Resources, Conservation and Recycling*, 115, 50–62. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.08.022>
- Bililewski, B. (2008). From traditional to modern fee systems. *Waste Management*, 28(12), 2760–2766. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2008.03.032>
- Bourguignon, D. (2016). *Closing the loop - New circular economy package*. Retrieved from [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/573899/EPRS\\_BRI\(2016\)573899\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/573899/EPRS_BRI(2016)573899_EN.pdf)
- Burton, K. (2018). Up in smoke: the pros and cons of burning rubbish - Geographical. Retrieved January 30, 2019, from <https://geographical.co.uk/nature/energy/item/2969-incineration-tax>
- Cardoso, J. L. (2018). *The circular economy* “The circular economy: historical grounds.” (N. D. and L. de S. A. Delicado, Ed.), *Changing Societies: Legacies and Challenges. Vol. iii. The Diverse Worlds of Sustainability*. Lisbon: Imprensa de Ciências Sociais. <https://doi.org/https://doi.org/10.31447/ics9789726715054.04>
- Cewep. (2017). *Landfill taxes and bans overview*. Retrieved from <http://www.cewep.eu/wp-content/uploads/2017/12/Landfill-taxes-and-bans-overview.pdf>
- Ciasca, B. S. (2012). *Diagnóstico dos Instrumentos Econômicos e Sistemas de Informação para Gestão de Resíduos Sólidos*. Retrieved from [http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120814\\_relatorio\\_instrumentos\\_economicos.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120814_relatorio_instrumentos_economicos.pdf)
- Comissão Europeia. (2019). Rumo a uma economia circular | Comissão Europeia. Retrieved January 19, 2019, from [https://ec.europa.eu/commission/priorities/jobs-growth-and-investment/towards-circular-economy\\_pt](https://ec.europa.eu/commission/priorities/jobs-growth-and-investment/towards-circular-economy_pt)
- Danthurebandara, M., Passel, S. Van, Nelen, D., Tielemans, Y., & Van Acker, K. (2012). Environmental and Socio-Economic Impacts of Landfills. *Linnaeus ECO-TECH*, (January).
- De Jaeger, S., & Eyckmans, J. (2015). From pay-per-bag to pay-per-kg: The case of Flanders revisited. *Waste Management and Research*, 33(12), 1103–1111. <https://doi.org/10.1177/0734242X15610422>
- Denne, T. (2005). Economic Instruments for Waste Management, (418). Retrieved from [https://www.pce.parliament.nz/media/pdfs/EI\\_bkgnd\\_report.pdf](https://www.pce.parliament.nz/media/pdfs/EI_bkgnd_report.pdf)

- Directiva 2008/98/CE. (2008). Resíduos. Medidas de protecção do ambiente e da saúde humana. *Jornal Oficial Da União Europeia, L 312*, 3–30.
- Dubois, M., & Eyckmans, J. (2015). Efficient Waste Management Policies and Strategic Behavior with Open Borders. *Environmental and Resource Economics*, 62(4), 907–923. <https://doi.org/10.1007/s10640-014-9851-3>
- Dubois, Maarten. (2013). Towards a coherent European approach for taxation of combustible waste. *Waste Management*, 33(8), 1776–1783. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.03.015>
- Dunne, L., Convery, F. J., & Gallagher, L. (2008). An investigation into waste charges in Ireland, with emphasis on public acceptability. *Waste Management*, 28(12), 2826–2834. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.07.007>
- Ecowerf. (2018a). *JAARVERSLAG 2017*. Leuven. Retrieved from [www.ecowerf.be](http://www.ecowerf.be)
- Ecowerf. (2018b). Volg de sorteergids voor PLASTICS Zachte. Retrieved from [http://www.ecowerf.be/downloads/EcoWerf-Sorteergids plastics - 2018.pdf](http://www.ecowerf.be/downloads/EcoWerf-Sorteergids%20plastics%20-%202018.pdf)
- Ecowerf. (2019). EcoWerf - DifTar. Retrieved April 24, 2019, from <http://www.ecowerf.be/nl/getpage.asp?i=210>
- Elia, V., Gnoni, M. G., & Tornese, F. (2015). Designing Pay-As-You-Throw schemes in municipal waste management services: A holistic approach. *Waste Management*, 44, 188–195. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.07.040>
- Eriksen, M., Lebreton, L. C. M., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., ... Reisser, J. (2014). Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS ONE*, 9(12), e111913. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>
- ERSAR. (2017). *GUIA TÉCNICO DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS PAY-AS-YOU-THROW (PAYT)*. Retrieved from [http://www.ersar.pt/pt/site-comunicacao/site-noticias/documents/payt\\_relatório preliminar.pdf](http://www.ersar.pt/pt/site-comunicacao/site-noticias/documents/payt_relatorio_preliminar.pdf)
- European Commission. (2008). Waste Management Hierarchy Figure. Retrieved from <http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/>
- European Commission. (2010). *Being wise with waste: the EU's approach to waste management*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2779/93543>
- European Commission. (2012). *Guidance on the interpretation of key provisions of Directive 2008/98/EC on waste*. Retrieved from [https://ec.europa.eu/environment/waste/framework/pdf/guidance\\_doc.pdf](https://ec.europa.eu/environment/waste/framework/pdf/guidance_doc.pdf)
- European Commission. (2018). *Study in support of the preparation of the Implementation report on Directive 2006/66/EC on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators*. Retrieved from [https://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/Published Study Implementation.pdf](https://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/Published%20Study%20Implementation.pdf)
- European Commission. (2019a). Landfill waste - Environment - European Commission. Retrieved January 30, 2019, from [http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill\\_index.htm](http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill_index.htm)
- European Commission. (2019b). Waste shipments - Environment - European Commission. Retrieved September 13, 2019, from <https://ec.europa.eu/environment/waste/shipments/>
- European Environmental Agency. (2009). *Diverting waste from landfill: Effectiveness of waste management policies in the European Union*. <https://doi.org/10.2800/10886>
- European Environmental Agency. (2016). *Municipal waste management across European countries*.



- Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/municipal-waste/municipal-waste-management-across-european-countries>
- European Environmental Bureau. (2017a). *ECONOMIC INSTRUMENTS FOR A CIRCULAR ECONOMY*. Retrieved from <https://eeb.org/work-areas/resource-efficiency/waste-recycling/>
- European Environmental Bureau. (2017b). *INCINERATION & LANDFILL*. Retrieved from <https://eeb.org/work-areas/resource-efficiency/waste-recycling/>
- European Union. (2012). Directive relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE), 2012, 38–71. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A32012L0019>
- Eurostat. (2019a). 487 kg of municipal waste generated per person - Product - Eurostat. Retrieved April 15, 2019, from <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20190123-1>
- Eurostat. (2019b). Eurostat - Data Explorer. Retrieved January 31, 2019, from [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK\\_DS-052688\\_QID\\_-5C8995A\\_UID\\_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;GEO,L,Y,0;UNIT,L,Z,0;HAZARD,L,Z,1;WASTE,L,Z,2;WST\\_OPERATOR,L,Z,3;INDICATORS,C,Z,4;&zSelection=DS-052688WASTE,TOTAL;DS-052688HAZARD,TOTAL;DS-0](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK_DS-052688_QID_-5C8995A_UID_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;GEO,L,Y,0;UNIT,L,Z,0;HAZARD,L,Z,1;WASTE,L,Z,2;WST_OPERATOR,L,Z,3;INDICATORS,C,Z,4;&zSelection=DS-052688WASTE,TOTAL;DS-052688HAZARD,TOTAL;DS-0)
- Eurostat. (2019c). Municipal waste statistics - 486. <https://doi.org/10.2785/408702>
- Flanders.be. (2019). Seize the business opportunities of Flanders | Invest in Flanders. Retrieved May 27, 2019, from <https://www.flandersinvestmentandtrade.com/invest/en/why-invest-in-flanders>
- Fleckinger, P., & Glachant, M. (2010). The organization of extended producer responsibility in waste policy with product differentiation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 59(1), 57–66. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2009.06.002>
- Fundació ENT. (2015). Air Pollution from Waste Disposal: Not for Public Breath, (November). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5074.0560>
- Gentil, E. C. (2013). Municipal waste management in Belgium. *European Environment Agency (EEA)*, (February), 1–25. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/managing-municipal-solid-waste/portugal-municipal-waste-management/view>
- GIZ. (2015). *Economic Instruments in Solid Waste Management*. <https://doi.org/10.1038/ng.3755>. Genome-wide
- Hoogmartens, R., Eyckmans, J., & Van Passel, S. (2016). Landfill taxes and Enhanced Waste Management: Combining valuable practices with respect to future waste streams. *Waste Management*, 55(July 2015), 345–354. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.052>
- Katholieke Universiteit te Leuven. (2018). Waste Calendar Leuven. Retrieved April 24, 2019, from <https://www.kuleuven.be/english/studentservices/advisorsresidential/waste-calendar-2018>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Kipperberg, G. (2007). A comparison of household recycling behaviors in Norway and the United States. *Environmental and Resource Economics*, 36(2), 215–235. <https://doi.org/10.1007/s10640-006-9019-x>
- Kling, M., Seyring, N., & Tzanova, P. (2016). Assessment of economic instruments for countries with low municipal waste management performance: An approach based on the analytic hierarchy process. *Waste Management & Research*, 34(9), 912–922.

<https://doi.org/10.1177/0734242X16644521>

- Kunz, N., Mayers, K., & Van Wassenhove, L. N. (2018). Stakeholder Views on Extended Producer Responsibility and the Circular Economy. *California Management Review*, 60(3), 45–70. <https://doi.org/10.1177/0008125617752694>
- Kyriakis, E., Psomopoulos, C., & Kalkanis, K. (2019). Investigating the Correlation of Purchase Power Parity (PPP) with the Adopted Waste Management Method in EU28. *Social Sciences*, 8(5), 162. <https://doi.org/10.3390/socsci8050162>
- Lebreton, L., Slat, B., Ferrari, F., Aitken, J., Marthouse, R., & Hajbane, S. (2018). Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Nature*, 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w>
- Linderhof, V., Oosterhuis, F. H., van Beukering, P. J. H., & Bartelings, H. (2019). Effectiveness of deposit-refund systems for household waste in the Netherlands: Applying a partial equilibrium model. *Journal of Environmental Management*, 232(January 2018), 842–850. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.102>
- Mayers, K., Lifset, R., Bodenhofer, K., & Van Wassenhove, L. N. (2013). Implementing Individual Producer Responsibility for Waste Electrical and Electronic Equipment through Improved Financing. *Journal of Industrial Ecology*, 17(2), 186–198. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00528.x>
- Ministry of Environment and Food of Denmark. (2017). *Market consultations regarding the operation of a deposit return system in Denmark held by the Danish Environmental Protection Agency*. Retrieved from <https://mst.dk/media/133302/document-regarding-market-consultations.pdf>
- Morlok, J., Schoenberger, H., Styles, D., Galvez-Martos, J.-L., & Zeschmar-Lahl, B. (2017). The Impact of Pay-As-You-Throw Schemes on Municipal Solid Waste Management: The Exemplar Case of the County of Aschaffenburg, Germany. *Resources*, 6(1), 8. <https://doi.org/10.3390/resources6010008>
- Nahman, A., & Godfrey, L. (2010). Economic instruments for solid waste management in South Africa: Opportunities and constraints. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(8), 521–531. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.10.009>
- Nicolli, F., & Mazzanti, M. (2013). Landfill diversion in a decentralized setting: A dynamic assessment of landfill taxes. *Resources, Conservation and Recycling*, 81(2013), 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.09.008>
- Nilsson, M., Björklund, A., Finnveden, G., & Johansson, J. (2005). Testing a SEA methodology for the energy sector: A waste incineration tax proposal. *Environmental Impact Assessment Review*, 25(1), 1–32. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2004.04.003>
- Niza, S., Santos, E., Costa, I., Ribeiro, P., & Ferrão, P. (2014). Extended producer responsibility policy in Portugal: A strategy towards improving waste management performance. *Journal of Cleaner Production*, 64, 277–287. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.07.037>
- OECD. (2015). *Environment at a Glance 2015: OECD Indicators. Panorama de l'environnement 2015*. OECD. <https://doi.org/10.1787/db75580a-fr>
- Oosterhuis, F., Papyrakis, E., & Boteler, B. (2014). Economic instruments and marine litter control. *Ocean & Coastal Management*, 102, 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.08.005>
- OVAM. (2016). The role of Producer Responsibility Organizations for batteries and electrical and electronic equipment in the Flemish waste market, (July).
- OVAM. (2017). *Implementation plan for household waste and comparable industrial waste - summary*. Retrieved from

[https://www.ovam.be/sites/default/files/atoms/files/UitvoeringsplanHuishoudelijkenGelijkaardigBedrijfsafval\\_LR\\_2017\\_Engelstalig.pdf](https://www.ovam.be/sites/default/files/atoms/files/UitvoeringsplanHuishoudelijkenGelijkaardigBedrijfsafval_LR_2017_Engelstalig.pdf)

OVAM. (2018). *Huishoudelijk afval blijft afnemen*. Retrieved from [www.ovam.be](http://www.ovam.be)

OVAM. (2019a). Afvalinzameling en sorteren | Vlaanderen.be. Retrieved May 27, 2019, from <https://www.vlaanderen.be/afvalinzameling-en-sorteren>

OVAM. (2019b). Household waste | OVAM. Retrieved September 13, 2019, from <http://toep.ovam.be/jahia/Jahia/pid/1010>

OVAM. (2019c). Ruim 6 miljoen euro voor circulaire projecten in 2018 – OVAM Jaaroverzicht. Retrieved September 13, 2019, from <https://jaarverslag.ovam.be/ruim-6-miljoen-euro-voor-circulaire-projecten-in-2018/>

OVAM. (2019d). Subsidy options via OVAM | Mooimakers.be. Retrieved September 13, 2019, from <https://mooimakers.be/subsidiemogelijkheden-ovam>

Palermo, G., & Gomes, A. (2017). *Tratamento e Gestão de Resíduos (Waste Treatment and Management)*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/318859013\\_Tratamento\\_e\\_Gestao\\_de\\_Residuos\\_Waste\\_Treatment\\_and\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/318859013_Tratamento_e_Gestao_de_Residuos_Waste_Treatment_and_Management)

Parlamento Europeu. (2018). DIRETIVA (UE) 2018/851 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 30 de maio de 2018 que altera a Diretiva 2008/98/CE relativa aos resíduos. *Jornal Oficial Da União Europeia*, (Resíduos), 109–140.

Pires, A., Martinho, G., & Chang, N. Bin. (2011). Solid waste management in European countries: A review of systems analysis techniques. *Journal of Environmental Management*, 92(4), 1033–1050. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.11.024>

Puig Ventosa, I., & Jofra Sora, M. (2013). *Handbook on Alternative Waste Management Schemes*. Zero Waste Europe. Retrieved from <http://www.med-zerowaste.eu/deliverables/handbook.pdf>

Regions for Recycling. (2014). *GOOD PRACTICE FLANDERS: PAYT*. Retrieved from [https://www.regions4recycling.eu/upload/public/Good-Practices/GP\\_OVAM\\_PAYT.pdf](https://www.regions4recycling.eu/upload/public/Good-Practices/GP_OVAM_PAYT.pdf)

Reichenbach, J. (2008). Status and prospects of pay-as-you-throw in Europe - A review of pilot research and implementation studies. *Waste Management*, 28(12), 2809–2814. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.07.008>

Rezero. (2017). *Rethinking economic incentives for separate collection*. Retrieved from <https://www.zerowasteeurope.eu/wp-content/uploads/2017/07/Rethinking-economic-incentives2.pdf>

Richter, J. L., & Koppejan, R. (2016). Extended producer responsibility for lamps in Nordic countries: Best practices and challenges in closing material loops. *Journal of Cleaner Production*, 123(2016), 167–179. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.131>

Rogoff, M. J., & Screve, F. (2011). *Waste-to-energy: technologies and project implementation*. William Andrew. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/C2009-0-64385-3>

Sahlin, J., Ekvall, T., Bisailon, M., & Sundberg, J. (2007). Introduction of a waste incineration tax: Effects on the Swedish waste flows. *Resources, Conservation and Recycling*, 51(4), 827–846. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2007.01.002>

Scarlat, N., Fahl, F., & Dallemand, J. F. (2018). Status and Opportunities for Energy Recovery from Municipal Solid Waste in Europe. *Waste and Biomass Valorization*, 0(0), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-0297-7>

- Scharff, H. (2014). Landfill reduction experience in The Netherlands. *Waste Management*, 34(11), 2218–2224. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.05.019>
- Schlegelmilch, K., Meyer, E., & Ludewig, D. (2010). *Economic Instruments in the Waste Management Sector: Experiences from OECD and Latin American Countries*.
- Schneider, J., Karigl, B., Reisinger, H., Oliva, J., Süßenbacher, E., & Read, B. (2011). *A European Refunding Scheme for Drinks Containers. Directorate General for External Policies of the Union. Briefing Paper*. <https://doi.org/EXPO/B/AFET/2011/19>
- Silva, A., Rosano, M., Stocker, L., & Gorissen, L. (2016). From waste to sustainable materials management: Three case studies of the transition journey. *Waste Management*. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.11.038>
- Stad Leuven. (2018). *Stad Leuven jaarverslag 2017*. Retrieved from <https://www.leuven.be/bestuursdocumenten#fcid-9440>
- Stad Leuven. (2019a). Compost yourself City of Leuven. Retrieved August 16, 2019, from <https://www.leuven.be/composteren>
- Stad Leuven. (2019b). Leuven centrum Afvalkalender 2019.
- Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531(7595), 435–438. <https://doi.org/10.1038/531435a>
- Statbel. (2019). Structure of the Population | Total population in Belgium and the regions. Retrieved April 10, 2019, from <https://statbel.fgov.be/en/themes/population/structure-population#panel-12>
- Stavins, R. N. (2001). Experience with Market-Based Environmental Policy Instruments. *SSRN Electronic Journal*, (November). <https://doi.org/10.2139/ssrn.199848>
- Taylor, B., Phipps, H., & Le Couteur, P. (2006). *Changing behaviour Economic instruments in the management of waste*. Retrieved from [https://www.pce.parliament.nz/media/pdfs/changing\\_behaviour.pdf](https://www.pce.parliament.nz/media/pdfs/changing_behaviour.pdf)
- The Ocean Cleanup. (2019). csm\_1\_1\_TOC\_Gyres\_0156781be8.jpg (1279×783). Retrieved May 5, 2019, from [https://www.theoceancleanup.com/fileadmin/\\_processed\\_/csm\\_1\\_1\\_TOC\\_Gyres\\_0156781be8.jpg](https://www.theoceancleanup.com/fileadmin/_processed_/csm_1_1_TOC_Gyres_0156781be8.jpg)
- Turner, R. K., Salmons, R., Powell, J., & Craighill, A. (1998). Green taxes, waste management and political economy. *Journal of Environmental Management*, 53(2), 121–136. <https://doi.org/10.1006/jema.1998.0202>
- United Nations. (2018). Press Release on Population, 3. Retrieved from <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-PressRelease.pdf>
- US EPA. (2019). Wastes. Retrieved from <https://www.epa.gov/report-environment/wastes>
- Vahk, J. (2018). Renewables law could lock EU into costly burning technologies – EURACTIV.com. Retrieved January 30, 2019, from <https://www.euractiv.com/section/energy/opinion/renewables-law-could-lock-eu-into-costly-burning-technologies/>
- Vervaet, M., Raes, W., Smeets, K., De Boeck, A., De Baere, P., Braekevelt, A., ... Wante, J. (2017). *Huishoudelijk afval en gelijkaardig bedrijfsafval 2017 - Opvolging van de indicatoren in het uitvoeringsplan*. Retrieved from [www.ovam.be](http://www.ovam.be)
- Vlaco. (2018). *ACTIVITEITENVERSLAG 2017*. Retrieved from [https://www.vlaco.be/sites/default/files/generated/files/page/activiteitenverslag-2017\\_0.pdf](https://www.vlaco.be/sites/default/files/generated/files/page/activiteitenverslag-2017_0.pdf)

- Walls, M. (2011). Deposit-Refund Systems in Practice and Theory. *Encyclopedia of Energy, Natural Resource, and Environmental Economics*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1980142>
- Watkins, E., Hogg, D., Mitsios, A., Mudgal, S., Neubauer, A., Reisinger, H., ... Van Acoleyen, M. (2012). *Use of Economic Instruments and Waste Management Performances*. Retrieved from [http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/final\\_report\\_10042012.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/final_report_10042012.pdf).
- Ylä-Mella, J., Poikela, K., Lehtinen, U., Tanskanen, P., Román, E., Keiski, R. L., & Pongrácz, E. (2014). Overview of the WEEE Directive and Its Implementation in the Nordic Countries: National Realisations and Best Practices. *Journal of Waste Management*, 2014(June 2000), 1–18. <https://doi.org/10.1155/2014/457372>
- Youcai, Z. (2018). Chapter 1 - Leachate Generation and Characteristics. In Z. B. T.-P. C. T. for L. from M. S. W. Youcai (Ed.), *Pollution Control Technology for Leachate from Municipal Solid Waste* (pp. 1–30). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815813-5.00001-2>
- Zeller, V., Towa, E., Degrez, M., & Achten, W. M. J. (2019). Urban waste flows and their potential for a circular economy model at city-region level. *Waste Management*, 83, 83–94. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.034>

## 7 Apêndice A – Modelo de Questionário

Caracterização do entrevistado:

A) Gênero:

Feminino ( ) Masculino ( )

B) Faixa etária:

( ) 18 - 24 ( ) 25 - 34 ( ) 35 - 44 ( ) 45 - 64 ( ) 65 ou mais

C) Nacionalidade:

D) Número de pessoas em sua casa (contando você) / agregado familiar:

( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 ou mais

E) Tempo vive em Leuven (em anos):

( ) 0 até 1 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 ou mais

Afirmativas:

Indique seu nível de concordância com as afirmações abaixo sobre o sistema de gestão de resíduos da cidade de Leuven (uso de sistema de sacos pré-pagos):

1. O sistema de gerenciamento de resíduos (sacos de lixo pré-pagos, coleta de lixo) funciona bem, é eficaz.

( ) Concordo plenamente  
( ) Concordo parcialmente  
( ) Não concordo nem discordo  
( ) Discordo parcialmente  
( ) Discordo plenamente

2. Estou satisfeito com as taxas (preço dos sacos de lixo) que eu pago pela gestão de resíduos.

( ) Concordo plenamente  
( ) Concordo parcialmente  
( ) Não concordo nem discordo  
( ) Discordo parcialmente  
( ) Discordo plenamente

3. Eu acredito que o sistema de sacos pré-pagos leva a comportamentos de despejo ilegal de resíduos.

( ) Concordo plenamente  
( ) Concordo parcialmente  
( ) Não concordo nem discordo

- ☐ ) Discordo parcialmente
- ☐ ) Discordo plenamente

4. Já presenciei alguma situação de despejo ilegal de resíduos.

- ☐ ) Concordo plenamente
- ☐ ) Concordo parcialmente
- ☐ ) Não concordo nem discordo
- ☐ ) Discordo parcialmente
- ☐ ) Discordo plenamente

5. Eu sempre faço a separação dos meus resíduos.

- ☐ ) Concordo plenamente
- ☐ ) Concordo parcialmente
- ☐ ) Não concordo nem discordo
- ☐ ) Discordo parcialmente
- ☐ ) Discordo plenamente

6. Eu acho fácil fazer a triagem dos resíduos.

- ☐ ) Concordo plenamente
- ☐ ) Concordo parcialmente
- ☐ ) Não concordo nem discordo
- ☐ ) Discordo parcialmente
- ☐ ) Discordo plenamente

7. Eu considero que a introdução do saco rosa foi útil para melhorar a separação dos resíduos.

- ☐ ) Concordo plenamente
- ☐ ) Concordo parcialmente
- ☐ ) Não concordo nem discordo
- ☐ ) Discordo parcialmente
- ☐ ) Discordo plenamente

8. Eu composto os meus resíduos orgânicos em casa ou os levo para algum compostor comunitário.

- ☐ ) Concordo plenamente
- ☐ ) Concordo parcialmente
- ☐ ) Não concordo nem discordo
- ☐ ) Discordo parcialmente
- ☐ ) Discordo plenamente

9. Quais destes resíduos separo:

☐ ( ) Papel e papelão

☐ ( ) Resíduos orgânicos (GFT – saco verde)

☐ ( ) Vidro

☐ ( ) Resíduos PMD (saco azul)

☐ ( ) Plásticos macios (saco rosa)

10. Se eu tenho dúvidas sobre a separação de resíduos, qual canal eu procuro (e.g. internet, site específico) para sanar as minhas dúvidas.

Resposta aberta

11. Se eu não separo meus resíduos, por qual motivo eu não o faço?

☐ ( ) Não se aplica.

☐ ( ) O sistema de coleta não é adequado.

☐ ( ) Não sou o responsável pela triagem dos resíduos.

☐ ( ) É trabalhoso, é complicado.

☐ ( ) Demanda muito tempo.

12. Você identifica falhas no sistema de gerenciamento de resíduos de Leuven? Em caso afirmativo, você teria alguma sugestão para melhoria?

Pergunta de resposta aberta